RADIO UND FERNSEHEN

ZEITSCHRIFT FÜR RADIO, FERNSEHEN, ELEKTROAKUSTIK UND ELEKTRONIK

6. JAHRG. 16 AUGUST 1957



VERLAG DIE WIRTSCHAFT BERLIN NO 18

AUS DEM INHALT

Titelbild:

Im Labor für „Industrielle Elektronik" des VEB Vakutronik in Dresden werden Geräte für die Anwendung von Isotopen in der Industrie entwickelt. Unsere Aufnahme zeigt von links nach rechts ein Füllstandkontrollgerät, einen Plateauschreiber und einen Zählrohrmeßschrank. Unter dem Plateauschreiber ist ein Isotopentransportbehälter zu sehen. Näheres über die Anwendung und Arbeitsweise erfahren Sie in dem Beitrag „Einsatz von radioaktiven Isotopen in der Betriebsmeßtechnik" von Reinhard Heimann auf Seite 514. Aufnahme: Glaß

Verlag DIE WIRTSCHAFT
Berlin NO 18, Am Friedrichshain 22
Telefon 530871, Fernschreiber 011448
Verlagsdirektor: Walter Franze
Radio und Fernsehen
Chefredakteur: Peter Schäffer
Fachredaktion: Ing. Giselher Kuckelt
Lizenznummer: 4102
Anzeigenannahme: Verlag DIE WIRTSCHAFT und alle Filialen der DEWAG, z. Z. gültige Preisliste Nr. 1
Druck: Tribüne Druckerei III, Leipzig III/18/36

Erscheint zweimal im Monat, Einzelheft 2,– DM

Unsere Leser schreiben

Ich sah in RADIO UND FERNSEHEN eine Doppelschleifenantenne. Mir sind die Eigenschaften dieser Antenne nicht bekannt. Es würde mich freuen, wenn Sie mir annähernde Angaben über Antennengewinn und Fußpunktwiderstand machen könnten.

B. B., Plauen

Bei der Doppelschleife sind nicht zwei $\lambda/2$-Stäbe (wie beim normalen Faltdipol, auch Schleifendipol genannt) parallel geschaltet, sondern drei. Einer der drei Stäbe – meist der mittlere – wird wie üblich in der Mitte zum Anschluß der Speiseleitung unterbrochen. Der Antennengewinn ist gleich dem des Faltdipols, ebenso die Richtcharakteristik; der Fußpunktwiderstand steigt auf etwa den neunfachen Wert gegenüber dem des gestreckten Dipols, also auf etwa 600 Ω.

*

Als eifriger Leser Ihrer Zeitschrift kann ich mich nur lobend über diese aussprechen. Mich interessierte besonders im Heft 2 der Artikel „Ein 12-Röhren-16-Kreis-Doppelsuperhet für fünf Amateurbänder". Diese Gerätebeschreibung ist kein „Kochrezept" im Sinne der üblichen Bauanleitungen; dieser Artikel regte mich besonders in den Stufen ab 2. Mischröhre zum Selbstkonstruieren an. Ich kann nur sagen: Macht weiter so!

G. P., Zwickau

*

Im Heft 8 (1956) erschien der Artikel „Selbstbau eines Kondensatormikrofons". Bild 6 dieses Artikels stellt die vereinfachte Schaltung mit hoch- und niederohmigem Ausgang dar. Darin befindet sich ein Abwärtstrafo 5 : 1. Wozu sind zwei Ausgänge nötig? Richtet sich das nach dem Tonabnehmeranschluß des Radioapparates, an welchem das Mikrofon angeschlossen wird?

H. F., Schipkau, NL

Viele Mikrofonverstärker und Kraftverstärker verwenden den Eingangswert von 200 Ω. Für diese ist der niederohmige Ausgang des Mikrofons vorgesehen.

*

Ich beabsichtige, nach Ablauf meiner Dienstzeit in der Nationalen Volksarmee das Funkzeugnis 1. oder 2. Klasse zu erwerben und bitte Sie höflichst, mir einige Adressen von entsprechenden Schulen mitzuteilen.

W. D., Torgelow

Bitte wenden Sie sich an folgende Schulen:
Ingenieurschule für Fernmelde- und Funkwesen, Königswusterhausen, Berliner Allee
Fachschule für Seefahrt, Wustrow (Fischland)

*

Am 16. 6. 57 wurde in der Zeit von 18.25 bis 18.35 Uhr in Bad Salzungen (Thür.) der FS-Sender Moskau auf Bd. I, Kanal 2, empfangen (nur Bild). Der Empfang war durch starkes Fading zeitweise unmöglich ...

G. M., Bad Salzungen

*

Am Sonnabend, dem 22. 6. 57, gegen 18.00 Uhr habe ich mit meinem FS-Gerät „Rubens" auf Schalterstellung 1 einen bisher noch nicht gekannten FS-Sender empfangen. Es wurde zu dieser Zeit das Chruschtschow-Interview übertragen. Zu erwähnen ist hier noch, daß das Bild stark gestört war und kein Ton empfangen werden konnte ...

K. F., Judenbach, Kreis Sonneberg

*

Am 22. 6. 57 von 18.30 bis 19.30 Uhr empfing ich mit einem „Rubens" C 1 auf Kanal 3 das Testbild des Moskauer Fernsehens; darunter stand „Москва". Auf Kanal 2 zur gleichen Zeit war eine russische Sendung; zwei Männer sprachen über etwas. Der eine Mann hatte eine Glatze. Bild und Ton unterlagen Schwankungen ...

A. M., Tautenburg bei Dornburg

Auf Kanal 3 arbeitet der Sender Leningrad, auf Kanal 2 Moskau; ein sowjetischer Sender auf Kanal 1 ist uns allerdings nicht bekannt. *Die Redaktion*

*

Auf Grund Ihres Berichtes im Heft 8 möchte ich gern einmal die Frequenzaufteilung der Fernsehsender der Bundesrepublik Deutschland erfahren. Weiterhin würde mich der Standort (nächstgrößere Stadt) interessieren.

W. Gutschick, Gersdorf

Im Heft 18 (1957) werden wir eine Karte der Fernsehsender der DDR und der Bundesrepublik veröffentlichen. Die Karte wird auch Angaben darüber enthalten, in welchem Kanal der jeweilige Sender zu empfangen ist. *Die Redaktion*

Bestellungen nehmen entgegen
für die Deutsche Demokratische Republik: Sämtliche Postämter, der örtliche Buchhandel, der Verlag DIE WIRTSCHAFT, Berlin, und die Beauftragten der Zentralen Zeitschriftenwerbung
für die Deutsche Bundesrepublik: Sämtliche Postämter, der örtliche Buchhandel und der Verlag. Auslieferung über HELIOS Literatur-Vertriebs-GmbH, Berlin-Borsigwalde, Eichborndamm 141–167

Für das Ausland:
Volksrepublik Albanien: Ndermarrja Shtetnore Botimeve, Tirana
Volksrepublik Bulgarien: Petschatni proizvedenia, Sofia, Légué 6
Volksrepublik China: Guozi Shudian, Peking, P. O. B. 50 und Hsin Hua Bookstore, Peking, P. O. B. 329
Volksrepublik Polen: P. P. K. Ruch, Warszawa, Wilcza 46
Rumänische Volksrepublik: C. L. D. C. Baza Carte, Bukarest, Cal Mosilor 62–68
Tchechoslowakische Volksrepublik: Orbis Zeitungsvertrieb, Praha XII, Stalinova 46 und Bratislava, Postovy urad 2
UdSSR: Die städtischen Abteilungen »Sojuspechatj«, Postämter und Bezirkspoststellen
Ungarische Volksrepublik: »Kultura« Könyv és hirlap külkereskedelmit vállalat, P. O. B. 149, Budapest 62
Für alle anderen Länder: Verlag DIE WIRTSCHAFT, Berlin NO 18, Am Friedrichshain 22

RADIO UND FERNSEHEN

2. AUGUSTHEFT 6. JAHRGANG 16 | 1957

ZEITSCHRIFT FÜR RADIO · FERNSEHEN · ELEKTROAKUSTIK · ELEKTRONIK

HORST WINKLER

Einfallwinkelmessung im Kurzwellengebiet

In diesem Beitrag soll im allgemeinen über die Messung von Einfallwinkeln im Kurzwellenbereich und von einer Versuchsapparatur, die vom VEB Wissenschaftlich-Technisches Büro für Gerätebau für diesen Zweck entwickelt wurde, berichtet werden.

Die Kurzwellenausbreitung findet hauptsächlich durch die Raumwelle statt. Die Bodenwelle hat je nach Wellenlänge nur einen verhältnismäßig geringen Ausbreitungsradius (etwa 100 km). Bei der Raumwellenausbreitung treten Reflexionen an einer oder gleichzeitig an mehreren Schichten der Ionosphäre auf. Es kann sogar zwischen den Schichten zu Reflexionen der Funkwellen kommen, bevor der Funkstrahl wieder zur Erdoberfläche zurückkehrt. Diese ein- oder mehrfach reflektierte elektromagnetische Strahlung bildet bei der Rückkehr zur Erdoberfläche mit ihr einen Winkel δ (von der Horizontalen aus gerechnet), den Erhebungs-, Einfall- oder Höhenwinkel. Soll $\overline{AB}$ die Verbindung zwischen zwei Antennen und F der einfallende Funkstrahl sein (Bild 1), so ist δ der Winkel, den der einfallende Funkstrahl mit seiner Projektion auf die waagerechte Erdoberfläche bildet.

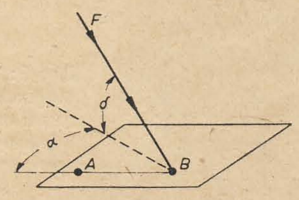


Bild 1: Schematische Darstellung des Welleneinfalles

Die Abweichung der Projektion des Funkstrahles F von der Verbindungslinie $\overline{AB}$ nennt man den Seiten- oder den Azimutwinkel. Ist die Entfernung Sender—Empfänger bekannt, ebenso die Höhe der reflektierenden Schicht, so könnte man aus den geometrischen Verhältnissen die Größe des Einfallwinkels angenähert errechnen. Auf diese Weise lassen sich jedoch nur bei kleinen Entfernungen brauchbare Werte ermitteln, weil die Reflexion an der Ionosphäre häufig nicht mit der von der Optik her bekannten Reflexion verglichen werden kann. Der Ausbreitungsweg und damit der Einfallwinkel ist bei großen Übertragungsentfernungen ($>$ 4000 km) stark frequenzabhängig.

Eine einwandfreie Einfallwinkelmessung ist aus obenerwähnten Gründen nur mit speziell hierfür entwickelten Apparaturen möglich.

Diese haben die Aufgabe, neben Ionosphärenstationen und Back-scatter-(Rückstreuungs-)Anlagen in der Ionosphärenforschung eingesetzt zu werden. Ihre Bedeutung liegt aber auch auf wirtschaftlichem Gebiet bei der Dimensionierung der Antennenanlagen kommerzieller Sende- und Empfangsstationen. Im kommerziellen Nachrichtendienst über große Entfernungen verkehren hauptsächlich feste Stationen miteinander, wobei gute Empfangsverhältnisse zu allen Tag- und Nachtzeiten gewährleistet sein müssen. Für die Überbrückung der teilweise sehr großen Entfernungen werden große Sendeleistungen benötigt. Da die Brechung der Funkstrahlen an der Ionosphäre bei der Weitverkehrstelegrafie eine wesentliche Rolle spielt, ist für den Sender die Abstrahlrichtung und der Abstrahlwinkel zur Ionosphäre wie die Einfallrichtung und der Einfallwinkel beim Empfänger von größtem Interesse. Bei optimalster Auslegung der Richtcharakteristiken der Sende- wie der Empfangsantennen kommt man mit der minimalsten Sendeenergie aus und hat außerdem empfangsseitig den Vorteil der Verbesserung des Signalstörabstandes.

Zur Messung von Einfallwinkeln verwendet man Apparaturen mit elektrisch steuerbarer Richtcharakteristik. Anlagen mit mechanisch schwenkbarer Richtcharakteristik sind auf Grund ihrer großen Dimensionen für die Wellenlänge $\lambda = 10 \cdots 100$ m schlecht zu verwirklichen. Wenn ein Richtantennensystem in einer Richtung ein gut ausgeprägtes Maximum haben soll, muß seine Ausdehnung größer sein als die Wellenlänge. Aus diesem Grunde ist leicht einzusehen, daß Antennen mit elektrisch schwenkbarer Richtcharakteristik hinsichtlich der Bedienbarkeit über einen größeren Wellenbereich unumstrittene Vorteile haben.

Grundprinzip der elektrischen Schwenkung der Antennenrichtcharakteristik

Hat z. B. ein Antennensystem eine bestimmte räumliche Verteilung und wird von parallel einfallenden Wellenfronten getroffen, so entstehen in ihm phasenverschobene Wechselströme. An Hand eines Beispieles soll dieses Prinzip erläutert werden. Die Betrachtungen hierzu tragen rein geometrischen Charakter.

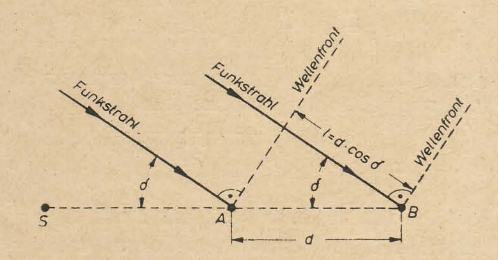


Bild 2: Prinzipdarstellung des Welleneinfalles auf zwei Antennen

Angenommen, A und B sind zwei Antennen, die im Abstand „d" voneinander aufgestellt sind (Bild 2). Um die Berechnung zu vereinfachen wird vorausgesetzt, daß die Verbindungslinie „d" zwischen den Antennen A und B auf die Großkreisebene des Senders „S" ausgerichtet, d. h., daß der Azimutwinkel $\alpha = 0°$ ist.

Bei parallel einfallender Wellenfront hat die Welle zwei verschiedene Wege zu den Antennen A und B zurückzulegen. Ist δ der Einfallwinkel, dann hat die Welle zur Antenne B einen um $l = d \cdot \cos \delta$ längeren Weg zurückzulegen. Entsprechend ihrer Wegdifferenz l haben diese beiden Strahlen einen Phasenunterschied Φ. Dieser Phasenunterschied verhält sich zur gesamten Periode 2π wie die Wegdifferenz l zur Wellenlänge λ.

$$\Phi : 2\pi = l : \lambda$$

$$l = d \cdot \cos \delta$$

Daraus ergibt sich die Beziehung:

$$\Phi = \frac{2\pi \cdot d}{\lambda} \cos \delta. \qquad (1)$$

Ist keine Großkreisabweichung vorhanden ($\alpha = 0°$) und sind die übrigen Größen d und λ bekannt, so kann man den Höhenwinkel δ aus dem gemessenen Phasenunterschied Φ errechnen.

Treten beliebige Einfallrichtungen auf, dann bildet die Projektion der einfallenden Strahlen mit der Bezugsrichtung $\overline{AB}$ den Azimutwinkel α. In diesem Fall kommt man nicht mit einer einzigen Phasendifferenzmessung aus. Auch bei der Anlage von Ross und Bramley, wie im folgenden noch beschrieben wird, mißt man zwei Phasendifferenzen (Bild 3).

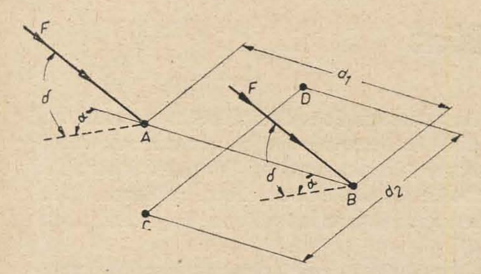


Bild 3: Darstellung des Welleneinfalles auf zwei Antennen (in der Ebene)

Allgemein beträgt die Phasendifferenz zwischen A und B

$$\Phi_1 = 2\pi \frac{d_1}{\lambda} \cos \delta \cdot \cos \alpha. \qquad (2)$$

Die Phasendifferenz zwischen C und D ergibt sich zu

$$\Phi_2 = 2\pi \frac{d_2}{\lambda} \cos \delta \cdot \sin \alpha. \qquad (3)$$

Den Höhenwinkel δ kann man dann aus den zwei Gleichungen ermitteln.

$$\delta = \text{ar} \cos \left[\frac{1}{2\pi} \lambda \sqrt{\left(\frac{\Phi_1}{d_1}\right)^2 + \left(\frac{\Phi_2}{d_2}\right)^2}\right]. \qquad (4)$$

Ist jedoch der Azimutwinkel α zur Antennenlinie $\overline{AB}$ bekannt, so kommt man allein mit einer Phasendifferenzmesssung und der Gleichung (2) aus.

Ein wichtiger Punkt der Phasendifferenzmessung soll hier noch einer näheren Betrachtung unterzogen werden.

Nimmt der Einfallwinkel δ, vom senkrechten Einfall aus gerechnet ($\delta = 90°$), ständig ab, so nimmt die Phasendifferenz von Null aus gemäß Gleichung (1) zu.

Φ erreicht bei einem bestimmten Neigungswinkel δ (und dieser ist abhängig vom Parameter $\frac{d}{\lambda}$) den Phasenwert 2π, wobei ein vollständiger Phasenumlauf erfolgt ist. Beim weiteren Absinken erfolgt ein zweiter Phasenumlauf, der beim Winkel δ_v vollendet ist. Die gesamte Phase hat damit den Wert $2 \cdot 2\pi = 4\pi$ erreicht. Dieser Zustand tritt nur dann ein, wenn das Verhältnis $\frac{d}{\lambda} > 1$ ist. Die Phasendifferenzmessung kann natürlich bei der Bestimmung eines gewissen Höhenwinkels δ die Anzahl ν der von Null aus gerechneten vollen Phasenumläufe nicht erfassen, die gemessene Phasendifferenz bedeutet also nur den Überschuß über 2π.

Wird ein gewisser Phasenwinkel Φ gemessen, so ist

$$\delta = \text{ar} \cos \left[\frac{1\lambda}{2\pi d} (\Phi + 2\pi\nu)\right] \qquad (5)$$

wobei der Ausdruck $\nu = 0, 1, 2$ oder n-deutig je nach Größe von $\frac{d}{\lambda}$ sein kann.

Diese Erscheinung nennt man Vieldeutigkeit der Winkelmessung. Wichtig jedoch ist, daß alle Winkelmessungen bei $\frac{d}{\lambda} \leqq 1$ eindeutig sind.

Nach dem Prinzip der Phasendifferenzmessung sind in früheren Jahren bereits Einfallwinkelmeßgeräte entwickelt worden. Bahnbrechend auf diesem Gebiet waren Friis und Feldman [3], die bereits 1935 eine experimentelle Anlage mit steuerbarer Richtcharakteristik entwickelten. Sie ist in Fachkreisen als „Experimentelle Holmdel musa“ bekannt. Das Wort „musa“ ist eine Abkürzung der Bezeichnung „multiple unit steerable antenna“ (eine steuerbare Vielfachantenne). Das Blockschaltbild dieser Anlage, die mit sechs hintereinander aufgestellten Rhombusantennen arbeitet, zeigt Bild 4. Die Verbindungslinie der großen Rhombendiagonalen ist auf die Großkreisebene des zu empfangenden Senders ausgerichtet. Jeder Rhombusantenne ist ein Überlagerungsempfänger zugeordnet. Die als Verbindung zwischen den Empfängern und den Antennen dienenden Kabel sind in ihrer Länge arithmetisch gestuft. Um die bei Signaleinfall zwischen den Antennen herrschenden Phasendifferenzen getreu in die Zwischenfrequenz zu übertragen, erhalten sämtliche Empfänger aus einem gemeinsamen Mischoszillator phasengleich dieselbe Oszillatorfrequenz. Das Schwenken der Richtcharakteristik der Antennenkombination stellt ein Phasenproblem dar. Dem ersten Kanal (ohne Phasenschieber) wird die Bezugsphase zugeordnet. Jeder weitere Kanal wird in seiner Phase mit Φ, $2\,\Phi$, $3\,\Phi \cdots n\,\Phi$ von 0 bis 2π laufend geändert, das heißt, die Phasenschieber rotieren mit der Umdrehungszahl n, 2 n, 3 n $\cdots$ n n. Die in der Zwischenfrequenz arbeitenden Phasenschieber sind, da ihre Dimensionierung nur für eine Frequenz gilt, leichter zu beherrschen. Beim Rotieren der Phasenschieber kann man sich die resultierende Richtcharakteristik der sechs Rhombusantennen als schwenkbare Keule innerhalb der Richtcharakteristik einer Einzelantenne vorstellen. Die Anzeige geschieht auf einem Katodenstrahlrohr, dessen Zeitablenkung mit den rotierenden Phasenschiebern synchron läuft; die vertikale Ablenkung erfolgt durch die resultierende Spannung, die durch vektorielle Addition aller Einzelspannungen der Kanäle entstanden ist. Die sich daraus ergebende Maximumanzeige ist je nach Lage auf dem Katodenstrahlrohr ein Maß für die Phasendifferenz.

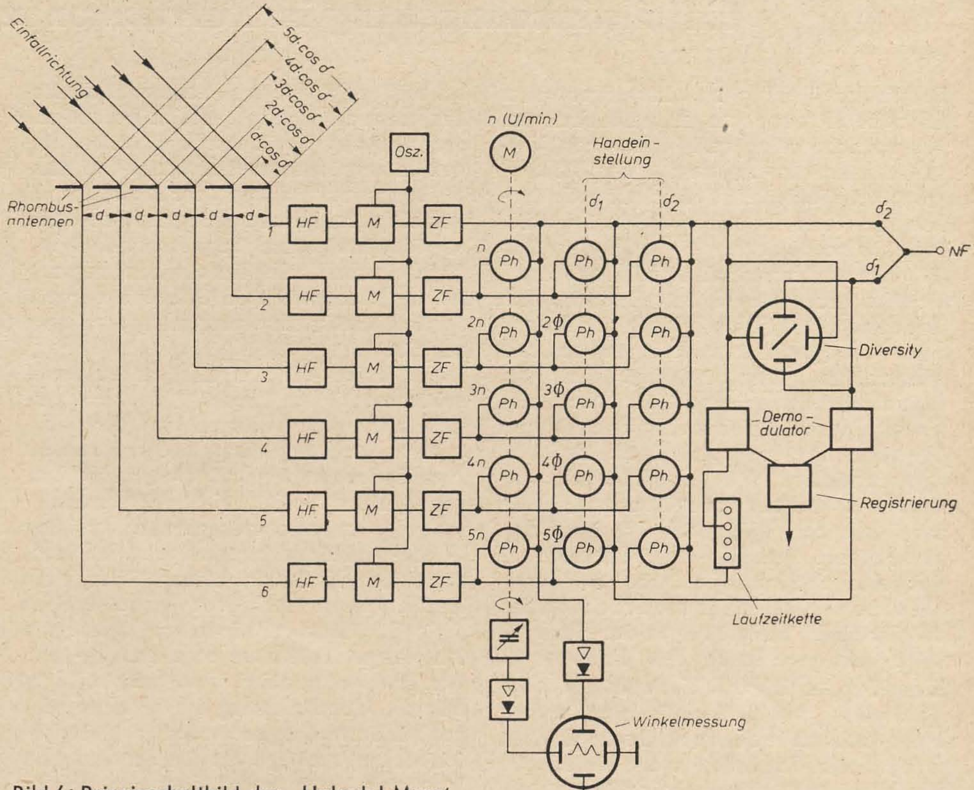


Bild 4: Prinzipschaltbild der „Holmdel-Musa“

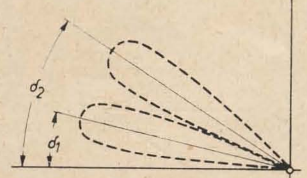


Bild 5: Polardiagramm der resultierenden Ausgangsspannung

Die vorhandenen zwei Phasenschiebergruppen mit fester Handeinstellung dienen dazu, das Richtdiagramm bei Vorhandensein mehrerer Ausbreitungswege auf die zwei stärksten auszurichten (Bild 5).
Mit Hilfe der Laufzeitkette und der zweiten Katodenstrahlröhre ist es möglich, die Spannungen der beiden Einfallwinkel zusammenzufassen und die Schwankungen der einzelnen Übertragungswege durch Diversity-Empfang auszugleichen. Für diesen Zweck wurde hauptsächlich die Groß-Musa-Anlage mit 16 Rhombusantennen und entsprechend 16 Empfangskanälen gebaut [4]. Sie dient zur transatlantischen Telefonieverbindung zwischen USA und England. Das resultierende Richtdiagramm in seiner Bündelung wird um so schärfer, je größer die Anzahl der verwendeten Antennen und dementsprechend der Empfangskanäle ist. Mit einem schmalen scharfen Richtdiagramm läßt sich auch eine Trennung des unter verschiedenen Winkeln einfallenden Funksignals erreichen. Das ist u. a. eine der wichtigsten Erkenntnisse der Einfallwinkelmessung, daß Mehrfachwege beliebiger Signale sich nur durch ein vielgliedriges Antennensystem erfassen lassen.
Neben dem Sucherkreis, mit dem die Winkel der einfallenden Funkstrahlen gemessen wurden, bestanden auch hier fest einstellbare Phasenschiebergruppen und Laufzeitketten für Diversity-Empfang. Der Aufwand, der bei dieser Anlage getrieben wurde, war sehr groß. Schon die Kabelkosten hatten bei dem ausgedehnten Antennensystem (etwa 3 km) einen wesentlichen Anteil an den Gesamtkosten. Die Anlage war für Einseitenbandbetrieb ausgelegt und umfaßte mehrere mannshohe Gestelle mit einer Ausdehnung von etwa 10 m.
Vor Beginn des zweiten Weltkrieges befaßten sich Kotowski, Schüttlöffel und Vogt [1] ebenfalls mit der Einfallwinkelmessung im Kurzwellenbereich.
Die von den obenerwähnten Autoren verwendete Apparatur kann man als eine Klein-Musa-Anlage bezeichnen. Wenn auch nur zwei Rhombusantennen und zwei Empfangskanäle für eine Richtung benutzt wurden, so entspricht das Prinzip des rotierenden Phasenschiebers doch dem der Musa-Anlage (Bild 6). Bei nur zwei Antennen läßt sich eine Maximumpeilung auf Grund des schlecht ausgeprägten Maximums nicht mehr durchführen, das besser sichtbare Minimum gestattet eine genauere Ablesung. Der mit n = 25 Hz umlaufende Phasenschieber ergibt bei konstantem Einfallwinkel ein stehendes Bild auf dem Schirm des Katodenstrahlrohres. Die gezeigten Oszillogramme über die Häufigkeit verschiedener Einfallwinkel lassen sich auch nur dann erzielen, wenn zeitlich der eine oder der andere Weg überwiegt. Sind mehrere Wege dauernd gleichzeitig vorhanden, dann reicht das Auflösungsvermögen derartiger Anlagen nicht mehr aus. Die Signale der einzelnen Wege addieren sich in der Apparatur nach Phase und Amplitude, so daß die zur Anzeige kommende resultierende Ausgangsspannung ein vollkommen falsches Resultat ergibt.

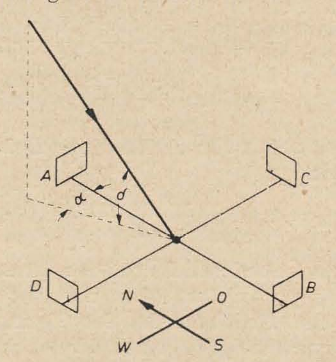


Bild 7: Rahmenantennensystem von Ross und Bramley

Auch würde diese Anlage den heutigen Schreibgeschwindigkeiten (bis 350 Baud) der Telegrafiesender nicht mehr genügen, da die Umlaufgeschwindigkeit des Phasenschiebers, wie bereits erwähnt, nur 25 Hz beträgt.
Ein anderes Verfahren der Einfallwinkelmessung wird von Ross, Bramley und Ashwell [2] 1950 gezeigt. Auch sie verwenden das Prinzip der Phasendifferenzmessung. An Stelle des rotierenden Phasenschiebers im Musa-Prinzip tritt hier die Phasendifferenzmessung nach dem Summendifferenzverfahren. Es gestattet, da kein verzögerndes Element (wie z. B. der rotierende Phasenschieber) vorhanden ist, eine Kurzzeitortung hart getasteter A_1-Signale durchzuführen. Es können hierbei zwei Einfallwege unterschieden werden. Sind mehr als zwei Ausbreitungswege vorhanden, dann wird immer der erste und der letzte Weg angezeigt. Das Antennensystem besteht aus vier rechtwinklig zueinander im Abstand von 100 m aufgestellten Rahmenantennen (Bild 7). Mit dem einen Antennenpaar wird die Phasendifferenz

$$\Phi_1 = \frac{2\pi d_1}{\lambda} \cdot \cos a \cdot \cos \delta,$$

mit dem anderen die Phasendifferenz

$$\Phi_2 = \frac{2\pi d_2}{\lambda} \cdot \sin a \cdot \cos \delta$$

gemessen. Der Höhenwinkel δ sowie der Azimutwinkel a können aus den beiden Werten Φ_1 und Φ_2 errechnet werden. Der Aufwand der Apparatur erhöht sich jedoch um weitere zwei Kanäle (Bild 8).
In bezug auf die Trennung der Mehrfachwege gehen Ross und Bramley eigene Wege. Auch sie sind der Ansicht, daß es unpraktisch ist, ein Phasenvergleichssystem hohen Auflösungsvermögens für Dauerstrichsignale zu benutzen. Sind mehrere Ausbreitungswege gleichzeitig vorhanden, dann sind die Welleninterferenzeffekte stark, so daß Φ_1 und Φ_2 schnell und wahrscheinlich zufälligerweise variieren und die Interpretation unmöglich wird. Aus diesem Grund arbeitet das Gerät speziell mit einem impulsmodulierten Sender zusammen, dessen schmale Impulse (100 bis 200 μs) und niedrige Impulsfolgefrequenz eine gute Trennung der auf verschiedenen Ausbreitungswegen ankommenden Impulse mit zusätzlichen elektronischen „gates" gestattet. Voraussetzung hierfür ist auch eine ausreichende Empfangsbandbreite von 15 kHz, um die Zeitkonstanten der Filter gegenüber den Laufzeitdifferenzen der Signale klein genug zu halten. Die Anlage arbeitet im Bereich von 4 bis 15 MHz. Die Winkelmeßgenauigkeit für den Azimutwinkel wird mit etwa 1°, für den Höhenwinkel mit etwa 1,5°, sofern dieser 30° nicht unterschreitet, angegeben.
Auch hier können flach einfallende Winkel nur mit unzureichender Genauigkeit gemessen werden. Ein ähnliches Verfahren wird von Thomas und McNicol [6] beschrieben mit dem Unterschied, daß ein Elektronenschalter die zwei Rahmenantennenpaare wahlweise an einen Zweikanalverstärker legt. Die Anzeige von Φ_1 und Φ_2 erfolgt auf einem Katodenstrahlrohr mit zwei Systemen. Man umgeht die Phasenschwierigkeiten der Anlage dadurch, daß man die Summendifferenzeinheit in den Eingang legt und anschließend nur noch amplitudengetreue Verstärker benötigt. Voraussetzung hier-

Bild 6: Prinzipschaltbild des Zwei-Antennen-Musa-Gerätes

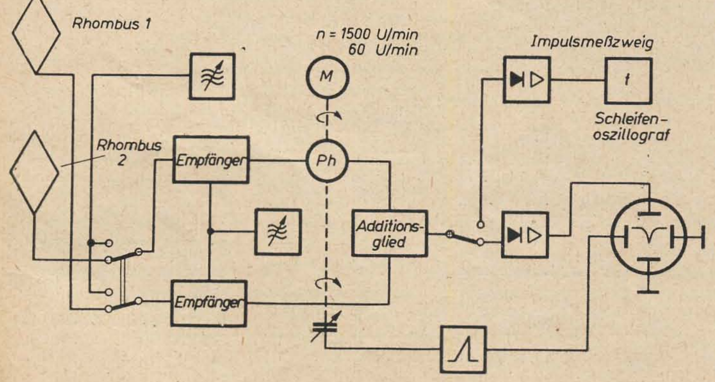
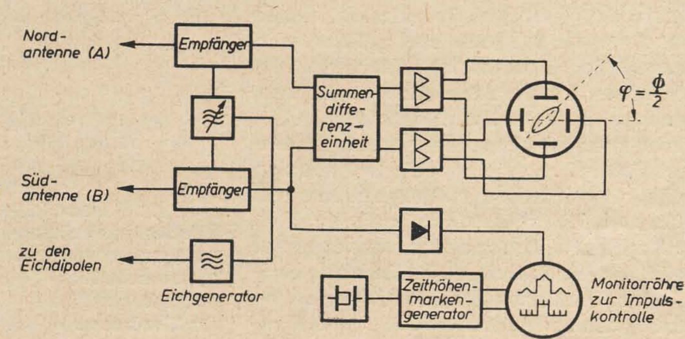


Bild 8: Blockschaltbild der Apparatur nach Ross und Bramley. Für die Ost-West-Antennen ist der gleiche Zweikanal-Empfänger, jedoch ohne Impulsteil vorhanden



für ist jedoch die Verwendung nur einer Empfangsfrequenz. Eine 1956 von A. F. Wilkins und C. M. Minnis [5] veröffentlichte Methode zur Einfallwinkelmessung unterscheidet sich insofern, daß hierbei nicht aus der Phasendifferenzmessung der Einfallwinkel bestimmt wird, sondern aus der Amplitudendifferenz.

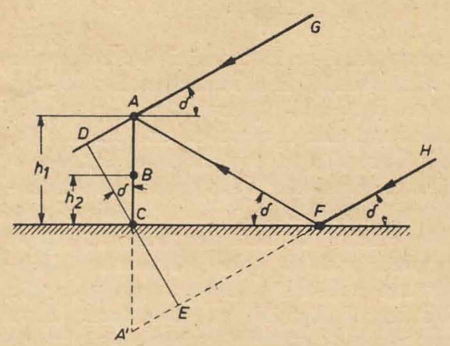


Bild 9: Meßprinzip nach Wilkins und Minnis

Das Summendifferenzverfahren von Ross und Bramley beruht auf der Umwandlung amplitudengleicher aber phasenverschobener Signalspannungen in phasengleiche mit unterschiedlicher Amplitude je nach Phasendifferenz der Eingangssignalspannung. Im Gegensatz dazu steht das Verfahren von Wilkins, das phasengleiche Signalspannungen nur in ihrer Amplitudendifferenz zur Anzeige bringt.
Gemessen wird der Einfallwinkel mit einem vertikalen Antennensystem. Der 33 m hohe Hohlrohrmast trägt in 12,5 und 33 m Höhe je eine horizontal liegende Rahmenantenne nebst Eichvorrichtung. Gemessen wird in einem Frequenzband von 10 bis 20 MHz. Das Meßprinzip soll an Hand einer Skizze kurz beschrieben werden (Bild 9).
A und B sind zwei Antennen mit der Höhe h_1 und h_2 über dem Erdboden. Es wird vorausgesetzt, daß der Sender so weit entfernt steht, daß die Funkstrahlen parallel einfallen. Auf zwei Wegen wird Antenne A von den unter gleichem Winkel δ einfallenden Funkstrahlen erreicht. Einmal direkt über den Weg GA und außerdem über den vom Erdboden reflektierten Weg HFA. Verlängert man HF über F bis zum Spiegelbild A' und errichtet auf A' FH durch den Schnittpunkt C eine Senkrechte, die die Verlängerungen von GA über A hinaus in D und den Strahl A'FH in E schneidet, ergibt sich für die Strecke $AD = A'E = h_1 \cdot \sin\delta$.
Dieser Ausdruck ist gleichbedeutend mit einer Phasenänderung

$$\frac{2\pi \cdot h_1 \cdot \sin\delta}{\lambda},$$

welche den Phasenwinkel darstellt, durch den der direkte Funkstrahl geführt werden würde. Gleichbedeutend hiermit ist der reflektierte Funkstrahl zu vergleichen, der durch einen in der Phase verzögerten, durch Punkt C gehenden Funkstrahl dargestellt wird, wenn durch die Erdreflexion keine Phasenänderung stattgefunden hat. Vorausgesetzt wird ferner, daß der Erdboden unterhalb der Antennen von guter Leitfähigkeit ist, so daß alle vom Erdboden reflektierten Strahlen den gleichen Phasenwinkel haben.

Das elektrische Feld des direkten Strahles am Punkt C wird durch

$$e = E \cdot \sin\omega t, \qquad (6)$$

das Feld am Punkt A durch folgende Beziehung zum Ausdruck gebracht:

$$e_A = E\sin\left(\omega t + \frac{2\pi h_1 \sin\delta}{\lambda}\right) + E\sin\left(\omega t - \frac{2\pi h_1 \sin\delta}{\lambda} - \pi\right) = 2\,E\sin\left(\frac{2\pi h_1 \sin\delta}{\lambda}\right)\cos\omega t. \qquad (7)$$

Entsprechend für die Antenne B in der Höhe h_2:

$$e_B = 2\,E\sin\left(\frac{2\pi h_2 \sin\delta}{\lambda}\right)\cos\omega t. \qquad (8)$$

Daraus ist ersichtlich, daß die Phase unabhängig von der Höhe der Antennen über dem Erdboden ist. Die Signalspannung wird lediglich durch die Antennenhöhe h_1 bzw. h_2 bestimmt.
Das Winkeltrennvermögen dieser Anlage ist das gleiche wie bei allen kleinen Anlagen mit nur zwei Kanälen. Der Verfasser beschreibt ein Verfahren, wobei die Ablesung des Schirmbildes bei Empfang von Mehrfachwegen nur dann erfolgt, wenn die aus mehreren Einfallwinkeln gebildete resultierende Kurve über eine längere Zeit zu einem Strich (oder dünne Ellipse) wird und ihre Lage nicht dauernd verändert.
Die bisher besprochenen kleineren Anlagen sind mit mehr oder weniger Nachteilen versehen. Eine Anlage, die allen Erfordernissen der Einfallwinkelmessung gerecht werden soll, ist mit einem großen Kostenaufwand verbunden (s. Musa). Man ist daher bemüht, mit kleinen Anlagen und einem Minimum an Aufwand den größtmöglichen Wirkungsgrad zu erzielen; daß dabei jedoch Kompromisse gemacht werden müssen, ist selbstverständlich. Die vom VEB WTBG entwickelte Apparatur ist weniger für den praktischen Einsatz im kommerziellen Funkverkehr gedacht (d. h. nicht für die Dimensionierung der Sende- und Empfangsanlagen kommerzieller Stationen), sondern mehr für wissenschaftliche Zwecke in Verbindung mit Anlagen der Ionosphärenforschung (Ionosphärensender, Back-scatter-Anlagen).
Die Anlage des WTBG ist eine Laborausführung (Bild 13). Bei diesem Gerät wurde für die Winkelmessung das Prinzip der Phasendifferenzmessung nach dem Summendifferenzverfahren gewählt. Von der Überlegung ausgehend, daß

1. zwei Antennen in der horizontalen Ebene sich besser aufstellen lassen als ein kostspieliger 33-m-Mast (z. B. Wilkins-Minnis),
2. auch das Summendifferenzverfahren eine Kurzzeitmessung gestattet, die in einem bestimmten Fall (hartgetastete A_1-Signale) noch eine Messung von zwei auf verschiedenen Übertragungswegen einfallenden Signalen zuläßt,

wurde das letztgenannte Verfahren für die Phasendifferenzmessung gewählt.
Der mit der Anlage zu erfassende Frequenzbereich geht von 3 bis 30 MHz. Es wäre nicht sinnvoll gewesen, eine neue Empfängerentwicklung für den Laboraufbau durchzuführen. Aus diesem Grunde wurde auf zwei bereits vorhandene Allwellenempfänger vom Typ AWEm1r Dabendorf zurückgegriffen. In beiden Empfängern wurde der Mischoszillator außer Betrieb gesetzt und die Regelspannung fest eingestellt (Bild 10).
Ein neuentwickelter gemeinsamer Mischoszillator wird über gleich lange Koaxialkabel phasengleich auf jede Mischstufe gegeben. Es ist besonders darauf zu achten, daß über den gemeinsamen Oszillator keine Verkopplung (Übersprechen) der beiden Kanäle miteinander stattfindet. Eine gute Abschirmung gegeneinander und Trennstufen für jeden Kanal zeigten gute Erfolge. Die Zwischenfrequenz der Dabendorf-Empfänger liegt für die Kurzwelle bei 800 kHz. Zweierlei Gründe waren vorhanden, um diese Zwischenfrequenz noch einmal umzusetzen:
1. wird die Spiegelfrequenzselektion durch eine nochmalige Umsetzung erhöht,
2. hätte es Schwierigkeiten bereitet, die beiden Summendifferenztransformatoren für diese hohe Zwischenfrequenz herzustellen.
Aus diesen Gründen wurde zwischen Empfänger E und Phasenmeßteil C ein Bauteil B eingefügt, das diese Funktion übernehmen sollte. Die nochmalige Umsetzung der 800-kHz-ZF durch einen gemeinsamen Oszillator für beide Kanäle auf die zweite ZF von 145 kHz mußte mit der gleichen Sorgfalt in bezug auf Entkopplung durchgeführt werden wie bei dem ersten variablen Mischoszillator.
Ein Abgleich beider Kanäle auf die Empfangsfrequenz bedingt jedoch keine Phasengleichheit zwischen den Kanälen. Ein in Kanal B vorhandener Ausgleichphasenschieber gestattet einen Phasenausgleich zwischen 0 und 360°. Den Ausgang dieser Baueinheit bildet wie in den Empfängern eine Katodenstufe.

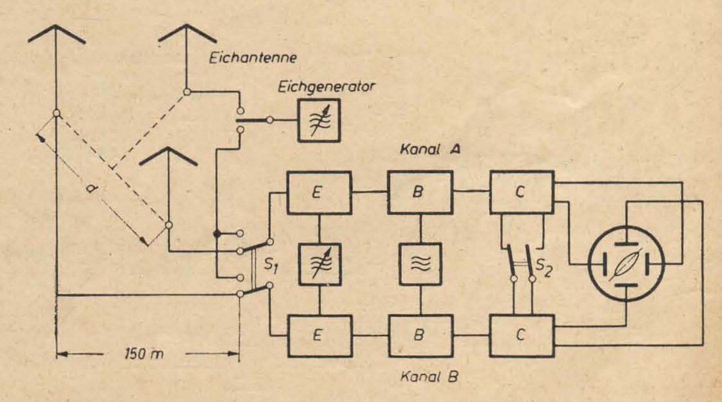


Bild 10: Blockschaltbild des Einfallwinkelmeßgerätes vom VEB Wissenschaftlich-Technisches Büro für Gerätebau

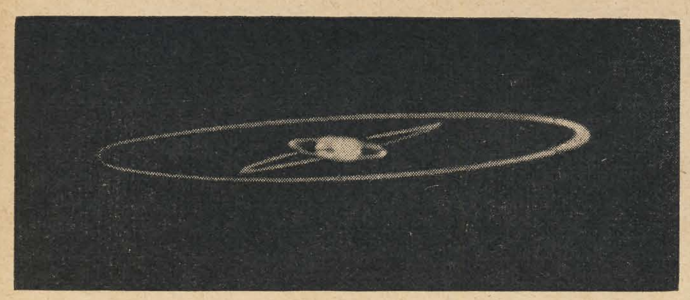


Bild 11: Einfallwinkeloszillogramm eines A_1-Signales, $t = 1/_{50}$ s

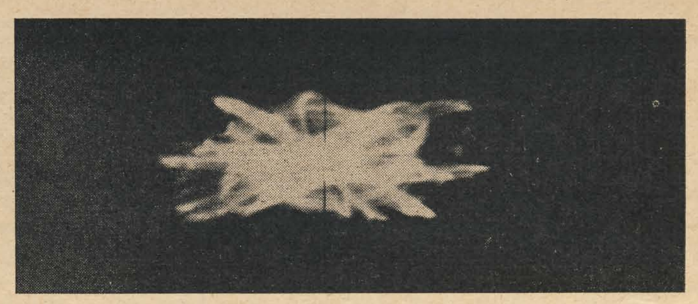


Bild 12: Einfallwinkeloszillogramm eines A_1-Signales, $t = 20$ s

Bei einer speziellen Empfängerentwicklung würde man diese Baueinheit B konstruktiv mit den jetzigen Empfängern verschmelzen. Die in diesen Baueinheiten (E und B) vorhandenen Schwingkreise gestalten die Phasenbedingungen besonders schwierig. Die HF-Vorkreise, deren absolute Bandbreite im Verhältnis zur Gesamtdurchlaßbreite der ZF-Kanäle bedeutend größer ist, haben innerhalb der Durchlaßbereiche von $\Delta F = 5$ kHz verhältnismäßig wenig Einfluß auf den Phasengang des Gerätes. Dem konstruktiven Aufbau, hauptsächlich der schwingkreistragenden Kanäle, muß größte Beachtung geschenkt werden. Die Phasendrehung pro Filter bei einer Temperaturänderung von 1° C beträgt $\approx 0{,}6°$. Im ungünstigsten Falle könnte eine Multiplikation mit der Anzahl der Schwingkreise auftreten, wenn die Kanäle und ihre einzelnen Stufen konstruktiv nicht so gestaltet sind, daß ihre Temperaturdifferenz gegeneinander nicht größer als 1° C ist. Voraussetzung für die Phasendifferenzmessung ist, daß bei Änderung einer Signalfrequenz um die Bandbreite ΔF (5 kHz) keine Phasendrehung stattfinden darf. Es ist anzunehmen, daß die Frequenzkonstanz der Empfängeroszillatoren geringer ist als die des HF-Signals. Tritt jedoch eine Frequenzwanderung der Empfängeroszillatoren auf, dann würde bei nichtlinearem Phasengang der Verstärker bereits eine Phasendifferenzänderung eintreten, die nicht durch eine Einfallwinkeländerung hervorgerufen wurde. Aus diesem Grunde muß der Phasengang beider Kanäle innerhalb der Durchlaßbreite ΔF (5 kHz) linear sein. Voraussetzung hierfür ist ein $\frac{k}{d}$-Verhältnis der Filter von $\approx 0{,}58$. Hierbei ist besonders auf die Gleichheit der Filterbauelemente in jedem Parallelzweig zu achten. Die Bandbreite von 5 kHz ist für einen Kurzwellenempfänger verhältnismäßig groß. Soll jedoch z. B. zwischen zwei Ausbreitungswegen eines A_1-Signals eine Kurzzeitmessung durchgeführt werden, so ist das nur während der Laufzeitdifferenz dieser Wege möglich. Diese Laufzeitdifferenz beträgt $\approx 200\ \mu$s, wodurch die Bandbreite ΔF gegeben ist. Der Phasenmeßteil C, über 70-Ω-Kabel mit den Katodenstufen des Frequenzumsetzers B verbunden, hat keine selektiven Bauelemente. Die Summendifferenzeinheit, bestehend aus dem Summen- und dem Differenztransformator, auf deren symmetrischen Aufbau besonderer Wert zu legen ist, führt eine vektorielle Addition und Subtraktion der beiden phasenverschobenen, in die ZF übertragenen Eingangssignale durch. Die Summen- und Differenzströme haben bei gleichen Eingangssignalen eine feste Phasenlage zueinander und unterscheiden sich um $\frac{\pi}{2}$.

$\mathfrak{E}_1$ und $\mathfrak{E}_2$ sind die ZF-Spannungen der beiden Kanäle, die sich in der Phase Φ unterscheiden sollen, jedoch gleiche Amplitude E_0 haben. Dann ist

$$\mathfrak{E}_1 = E_0 e^{j\left(\omega t + \frac{\Phi}{2}\right)} = E_0 e^{j\omega t} \cdot e^{j\frac{\Phi}{2}}, \quad (9)$$

$$\mathfrak{E}_2 = E_0 e^{j\left(\omega t - \frac{\Phi}{2}\right)} = E_0 e^{j\omega t}\, e^{-j\frac{\Phi}{2}} \quad (10)$$

Daraus ergibt sich die Summenspannung zu

$$\mathfrak{E}_S = \mathfrak{E}_1 + \mathfrak{E}_2 = 2\, E_0 e^{j\omega t} \cdot \cos\frac{\Phi}{2} \quad (11)$$

und die Differenzspannung zu

$$\mathfrak{E}_D = \mathfrak{E}_1 - \mathfrak{E}_2 = 2\, E_0 j e^{j\omega t} \sin\frac{\Phi}{2}$$

$$= 2\, E_0 e^{j\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)} \sin\frac{\Phi}{2}. \quad (12)$$

$\mathfrak{E}_D$ eilt gegenüber $\mathfrak{E}_S$ um den Phasenwinkel $\frac{\pi}{2}$ voraus, unabhängig von der Phasenverschiebung Φ der ZF-Spannung $\mathfrak{E}_1$ gegenüber $\mathfrak{E}_2$. Hinter der Summendifferenzeinheit wird durch ein festes $\frac{\pi}{2}$-Phasendrehglied $\mathfrak{E}_S$ und $\mathfrak{E}_D$ wieder gleichphasig gemacht.

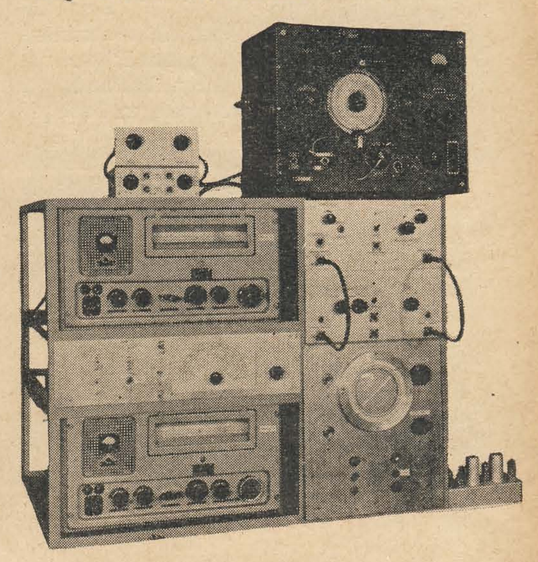
Jeder Kanal, der Summen- sowie der Differenzkanal, hat eine kombinierte Phasenspalter-Endverstärkerstufe, die symmetrisch auf die Ablenkplatten einer Katodenstrahlröhre vom Typ OR 2/160/2/6 arbeitet. Die beiden gleichphasigen Spannungen $\mathfrak{E}_S$ und $\mathfrak{E}_D$ erzeugen eine geradlinige Leuchtspur, deren Neigung $\tan\varphi$ durch das Verhältnis

$$\tan\varphi = \frac{\mathfrak{E}_D}{\mathfrak{E}_S} = \frac{\sin\frac{\Phi}{2}}{\cos\frac{\Phi}{2}} = \tan\frac{\Phi}{2} \quad (13)$$

bestimmt ist, daraus $\Phi = 2\,\varphi$; d.h., sind die beiden Eingangssignale amplitudengleich und unterscheiden sich nur in der Phase Φ, dann ist das Verhältnis des Differenzbetrages zum Summenbetrag gleich $\tan\frac{\Phi}{2}$. Die Ablenkung auf dem Katodenstrahlrohr ist eine Linie, und die Neigung des Strahles mit dem Winkel φ entspricht $\frac{\Phi}{2}$. Sind die Eingangsamplituden $\mathfrak{E}_1$ und $\mathfrak{E}_2$ ungleich, tritt je nach Amplitudenunterschied eine Aufspaltung des Strahles zu einer Ellipse ein, deren Neigungswinkel der großen Achse ebenfalls $\Phi = 2\,\varphi$ beträgt. In diesem Fall ist die Phasenverschiebung zwischen den beiden Spannungen $\mathfrak{E}_S$ und $\mathfrak{E}_D$ nicht mehr gleich $\frac{\pi}{2}$, was durch die Elliptik des Strahles zum Ausdruck kommt. Die Ablesegenauigkeit auf dem Schirm des Katodenstrahlrohres liegt bei ungefähr $\pm 1°$ in der Phase unter der Voraussetzung eines rauschfreien, amplitudengleichen Signals.

Für die Eichung des Gerätes vor jeder Messung stand ein RFT-Meßsender Typ 159 zur Verfügung. Das Eichen kann stufenweise durchgeführt werden. Für die Bauteile B und C genügt im allgemeinen eine tägliche Kontrolle auf Phasen- und Amplitudengleichheit durch Zuführen einer amplituden- und phasengleichen 800-kHz-Amplitude (kurzgeschlossene Kanaleingänge). Bei Änderung der 800-kHz-Eichspannung um ΔF darf die Drehung des Strahles auf dem Schirm des Katodenstrahlrohres nicht mehr als $\pm 1°$ betragen. Durch Umlegen des Schalters S_2 wird einmal die Summe bzw. die Differenz gebildet, und der Leuchtstrich muß von der waagerechten in die senkrechte Lage hinüberwechseln ($\Phi = 180°$). Ist dies der Fall, dann können die Vorkreise der Empfänger und der variable Mischoszillator mit der zu untersuchenden Frequenz geeicht werden, d. h. auf Amplitude und Phase, so daß wieder ein waagerechter Strich auf dem Schirm entsteht. Beim Ändern der Empfangsfrequenz um ΔF darf die Phasenänderung nicht mehr als $\pm 2°$ betragen. Das Gerät

Bild 13: Laborausführung des Einfallswinkelmeßgerätes vom VEB WTBG



ohne Antennen stellt in diesem Zustand ein Phasenmeßgerät von 0 bis 360° mit den Daten des Dabendorf-Empfängers und einer Phasendifferenzmeßgenauigkeit von $\pm 2°$ dar.

Alle Baueinheiten des Gerätes sind mit elektronisch stabilisierten Netzgeräten ausgerüstet. Der erste und zweite Mischoszillator wird zusätzlich noch in der Heizspannung stabilisiert.

Bevor nun auf die Erprobung des Gerätes eingegangen wird, muß vorher noch die Winkelmeßgenauigkeit einer Betrachtung unterzogen werden. Legen wir die Gleichung (1) zugrunde und differenzieren $\frac{d\Phi}{d\delta}$, dann ergibt sich daraus:

$$\frac{d\Phi}{d\delta} = \frac{-2\pi d}{\lambda} \cdot \sin\delta \qquad (14)$$

oder mit Differentialen geschrieben:

$$\Delta\delta = -\frac{\lambda \cdot \Delta\delta}{2\pi \cdot d \cdot \sin\delta}. \qquad (15)$$

Der mögliche Fehler der Einfallwinkelmessung $\Delta\delta$ wird um so größer (bei gegebenem Phasendifferenzmeßfehler $\Delta\Phi$), je kleiner das Verhältnis $\frac{d}{\lambda}$ wird. Vergrößert man nun den Antennenabstand „d", dann steigt dementsprechend bei konstantem Einfallwinkel δ die Meßgenauigkeit an. Läßt man „d" konstant und wird der zu messende Einfallwinkel δ kleiner, dann nimmt die Winkelmeßgenauigkeit entsprechend ab. Daraus geht hervor, daß ein in der horizontalen Ebene wirksames Antennengebilde bei flach einfallenden Funkstrahlen nur eine geringe Meßgenauigkeit hat. Ein vertikales Antennensystem würde diesen Forderungen weit mehr gerecht werden, jedoch ist seine Verwirklichung schwieriger. Ein Vergrößern der Winkelmeßgenauigkeit durch ein größeres „d" im horizontalen Antennensystem bedeutet eine Zunahme der Vieldeutigkeit der Winkelmessung $\left(\frac{d}{\lambda} \geqq 1\right)$.

Aus diesem Grunde wurden vom Wissenschaftlich-Technischen Büro für die Eindeutigkeitsmessung in einem Winkelbereich von $\delta = 4°$ bis $55°$ zwei Stabantennen verwendet, die innerhalb dieses Bereiches eindeutige Winkelwerte gewährleisten, wenn ihr Verhältnis $\frac{d}{\lambda} \leqq 2{,}36$ ist. Man kann sie als Vergleichsantennensystem z.B. in Verbindung mit Rhombusantennen verwenden, deren Abstand „d", durch ihre eigenen Abmessungen bedingt, weit größer ist.

Die Durchführung der Versuche fand auf dem Gelände des Funkamtes Beelitz statt. Für die uns zuteil gewordene Unterstützung seitens der Kollegen des Funkamtes soll auf diesem Wege unser herzlichster Dank ausgesprochen werden.

Die Stabantennen standen in etwa 150m Entfernung vom Empfangsgebäude und wurden in Richtung der Beelitz-Moskau-Rhomben aufgestellt, deren Richtung auf einem Meßtischblatt von Beelitz und Umgebung eingetragen war. Die vorhin bereits erwähnte Nullphaseneichung des Gerätes ermöglicht jedoch noch keine Winkelmessung, solange die beiden Antennen mit den dazugehörigen Verbindungskabeln nicht gleichfalls auf Phase 0 geeicht sind. Zu diesem Zweck wird mit Hilfe der Eichantenne, die auf der Mittelsenkrechten der Verbindungslinie der beiden Stabantennen steht (s. Bild 10), ein phasengleiches Signal auf beide Stabantennen gegeben und durch den im Bauteil B befindlichen Ausgleichsphasenschieber die Phase wieder auf 0° korrigiert. Bei der Änderung der Frequenz zwischen 3 und 30 MHz erhält man eine Kurve $\Delta\Phi = f(f)$, die einen stetigen Anstieg der Phase mit der Frequenz zeigt, aber innerhalb der Empfangsbandbreite ΔF als unbedingt konstant anzusehen ist. Die Prüfung der Winkelmeßgenauigkeit wurde in der horizontalen Ebene beim Höhenwinkel $\delta = 0°$ durchgeführt. Ein Nachweis der Richtigkeit des vertikalen Einfallwinkels war leider nicht möglich, da er ein Ausfliegen der Antennenanlage bedingt hätte. Der Horizontaleinfall wurde durch einen etwa 1000 m entfernten Meßsender mit Dauerstrichsignal nachgebildet.

Winkel über 10° wurden mit einer Meßgenauigkeit von $\pm 2°$ nachgewiesen. Ein bei dem Azimutwinkel $\alpha = 31°$ stationierter Sender, dessen eine Sendeantenne bei 30° und die andere bei 32° stand, konnte nacheinander mit 1,8° Differenz ermittelt werden. Schwierigkeiten bereitete der Nachweis kleiner Einfallwinkel, z. B. 4°. Sehr zahlreich im Gelände stehende Sekundärstrahler sowie ein für diesen Einfallwinkel zu geringer Antennenabstand „d" machten die Messungen sehr ungenau, so daß die Auswertung nach Gleichung (2) unmöglich wurde, weil der ar cos mit der Genauigkeit der vierten Dezimalstelle bestimmt werden muß. An Hand kommerzieller Telegrafiesender wurde bei verschiedenen Modulationsarten dieser Sender untersucht, inwieweit eine Höhenwinkelmessung hauptsächlich bei mehreren Ausbreitungswegen überhaupt möglich ist. Nahe Sender, d. h. bei denen nur ein Ausbreitungsweg vorhanden war (nicht die Bodenwelle), zeigten alle ein gutes Oszillogramm, das eventuell in der Amplitude schwankte, aber im Winkelwert erhalten blieb. Das gilt für die Modulationsarten A_1, A_2, A_3 und F_1. Beim Vorhandensein mehrerer Ausbreitungswege war die Interpretation fast unmöglich, so daß es gewiß längerer Untersuchungen und Erfahrungen bedarf, um brauchbare Ergebnisse herauszulesen. Eine Ausnahme bildeten hierbei hartgetastete A_1-Signale, die auf Grund der Kurzzeitmessung in zwei Ausbreitungswegen unterschieden werden konnten. Das Oszillogramm im Bild 11, eine Aufnahme mit Blende 5,6 und $^1/_{50}$ s, zeigt sehr deutlich zwei Ausbreitungswege (die beiden kleinen Ellipsen). Die große Ellipse dagegen ist die resultierende Spannung, die aus den beiden oder mehreren Wegen entstanden ist. Sie verändert dauernd ihre Größe und Richtung, während die beiden kleinen ihre Richtung dagegen stets beibehalten. Aufnahmen mit kurzer Belichtungszeit sind natürlich von geringem Wert. Um die Häufigkeit zu untersuchen, ist eine Belichtung über eine längere Zeit notwendig. Das Oszillogramm im Bild 12 mit einer Belichtungsdauer von 20 s bei Blende 16 ist wesentlich aufschlußreicher. Aus dem Gemisch der Umläufe der Fehlweisungsellipse gehen durch intensivere Schwärzung zwei Wege mit dem Phasenwinkel $\Phi = 60°$ und $\Phi = 290°$ hervor. Eine Betrachtung des Negativmaterials zeigt mehr als die hier aufgeführten Vergrößerungen. Als Registriereinrichtung fungierte eine Spiegelreflexkamera „Praktina" mit dem entsprechenden Zubehör. Als Filmmaterial wurde unempfindlicher Film $\frac{10°}{10}$ DIN verwendet. Die Messung F_1-modulierter Signale bei mehreren Ausbreitungswegen ist nicht durchführbar. Die Umtastfrequenzen f_1 und f_2 werden durch zwei Ellipsen auf dem Schirmbild zum Ausdruck gebracht. Bei mehreren Ausbreitungswegen ist hierbei eine Kurzzeitmessung, wie z. B. bei A_1, nicht möglich, da in die Laufzeitdifferenz von f_1 die zweite Frequenz f_2 hineinfällt. Beide Ellipsen sowie die resultierende Ellipse verändern laufend ihre Größe und Richtung. Alle anderen Modulationsarten, ob AM oder FM, die nicht im Träger getastet sind, konnten nicht in mehreren Ausbreitungswegen unterschieden werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die vom VEB Wissenschaftlich-Technisches Büro für Gerätebau entwickelte Apparatur hauptsächlich für wissenschaftliche Zwecke in Verbindung mit Anlagen der Ionosphärenforschung gedacht ist. Die Verwendung im kommerziellen Funkverkehr ist nur sehr gering, da die Unterscheidung mehrerer Ausbreitungswege nur in einem Spezialfall (A_1) möglich ist. Eine statistische Auswertungsmethode der Registrierung zur Unterscheidung der Mehrfachwege heranzuziehen wäre möglich, ob sie jedoch erfolgversprechend ist, kann nicht gesagt werden, da die Arbeiten sich über einen längeren Zeitraum erstrecken würden und nicht in den Aufgabenkreis des WTBG fallen. Diesen Nachteil besitzen jedoch alle kleinen Anlagen, soweit sie nicht mit einem speziellen Impulssender zusammenarbeiten (Ross und Bramley). Andererseits läßt sich das Winkeltrennvermögen beliebiger Signale nur durch ein vielgliedriges Antennensystem (Musa) erreichen.

Literatur

[1] Kotowski, Schüttlöffel, Voigt: Kurzwellenanlagen mit steuerbarer Richtcharakteristik und ihre Anwendung zur Messung von Einfallwinkeln. A.E.Ü. (1950) S. 247 und 325.

[2] Ross und Bramley: Methode des Phasenvergleiches für Einfallrichtungsmessung ionosphärischer Radiowellen. Journal I.E.E. 98 (1951) S. 294.

[3] Friis und Feldman: Eine steuerbare Vielfachantenne (Musa). Proc. Inst. Radio Eng. 25 (1937) 841.

[4] Polkinghorn: Ein Einseitenband-Musa-Empfangssystem für kommerziellen Gebrauch im transatlantischen Telefonieverkehr. The Bell System Technical Journal (1940) S. 306.

[5] Wilkins und Minnis: Einfallwinkel von Hochfrequenzwellen. Wireless Engineer, February 1956.

[6] J. A. Thomas, R. W. E. McNicol: Automatische Registrierung von an der Ionosphäre reflektierten Radiowellen. The Proceedings of the I.E.E. Nr. 6, Nov. 1955, S. 793.

Nachrichten und Kurzberichte

▼ **150 000 Amateure** mit Sende- und Empfangslizenz sind nach Berichten der „Funkschau" Nr. 13 (1957) Anfang d. J. in der ganzen Welt gezählt worden. Davon entfallen 120 000 Lizenzträger auf die USA, 4000 auf die Bundesrepublik.

▼ **Eine Zweikanalschallplatte,** entwickelt von der Fa. Connoisseur, war auf der diesjährigen Ela-Ausstellung in London zu sehen. Bei der Platte ist jede Spur mit Tiefen- und mit Seitenschrift ausgenutzt. Die Nadel des zugehörigen Spezialtonabnehmers überträgt beide Bewegungsrichtungen. Es wird ein Schutzabstand zwischen der Ausgangsspannung beider Kanäle von 25 dB erreicht.

▼ **Acht unabhängige Systeme** hat eine Spezialkatodenstrahlröhre, gezeigt von der 20th Century Electronics auf einer Londoner Ausstellung.

▼ **Nicht in die Fertigung** übernommen wurden die in RADIO UND FERNSEHEN Nr. 14 (1957) S. 454 angekündigten NF-Leistungstransistoren der Intermetall.

▼ **Vorschläge über Strahlenschutzmaßnahmen** wurden auf der 6. Tagung des Wissenschaftlichen Rates für die friedliche Anwendung der Atomenergie beim Ministerrat der DDR empfohlen. So soll z. B. das Institut Friedrichshagen des Amtes für Kernforschung und Kerntechnik in Zusammenarbeit mit anderen staatlichen Institutionen mit der Überwachung auf radioaktive Verseuchung des Bodens, der Luft und der Gewässer der DDR beauftragt werden.

Erweiterte Fernsehversorgung für Berlin und Umgebung

Die Fernsehversorgung Berlins und der Berliner Randgebiete ist mit der offiziellen Inbetriebnahme des Fernsehsenders Berlin auf 175,25 MHz (Bild) und 180,75 MHz (Ton) am 15. 6. 1957 wesentlich verbessert worden. Da der Versorgungsbereich dieses Senders über den der bisherigen Fernsehsender Berlin-Grünau und Berlin-Stadtmitte hinausgeht, und aus Gründen einer exakten Frequenzplanung der Fernsehsender in der DDR werden der Fernsehsender Berlin-Grünau, 41,75 MHz (Bild) und 48,25 MHz (Ton), am 15. 9. 1957 und Berlin-Stadtmitte, 209,25 MHz (Bild) und 215,75 MHz (Ton), am 15. 11. 1957 ihren Betrieb einstellen. Es wird allen Fernsehteilnehmern, deren Fernsehempfänger noch nicht auf die neue Frequenz umgestellt worden sind, empfohlen, ihre Geräte bis zu diesem Termin umstellen zu lassen, damit sie den Fernsehsender Berlin auf 175,25 MHz und 180,75 MHz einwandfrei empfangen können.

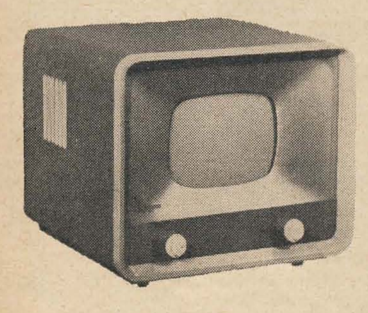
Die Zahl der Fernsehteilnehmer in der DDR

wurde am 1. Juni 1957 mit 102 630 angegeben. Nach dem amtlichen Bericht des Ministeriums für Post- und Fernmeldewesen verteilen sich die Teilnehmer auf die einzelnen Bezirke wie folgt:

Bezirk	Teilnehmer
Rostock	2 200
Schwerin	1 297
Neubrandenburg	1 006
Potsdam	19 168
Frankfurt (Oder)	3 757
Cottbus	1 600
Magdeburg	8 100
Halle	6 400
Erfurt	10 300
Gera	1 800
Suhl	2 800
Dresden	9 800
Leipzig	7 158
Karl-Marx-Stadt	12 672
Berlin	14 472
insgesamt	102 630

Allstromfernsehempfänger „Weißensee"

Ebenso wie der VEB Stern-Radio Staßfurt wird jetzt auch der VEB Stern-Radio Berlin die Fernsehgeräteproduktion aufnehmen.



Angekündigt wurde ein 10-Röhren-Allstromgerät (5 x PCF 82, 2 x PCL 82, PL 81, PY 81, DY 86, 1 Paar Ge-Dioden OAA 646, 3 x OA 685, B 30 M 2) mit 12-Zoll-Bildröhre und vertikal angeordnetem Chassis in der bekannten „neuen note" (siehe Bild). Antenneneingang: 240 Ω und 60 Ω; Intercarrierempfänger für 10 + 2 (Reserve-)Kanäle; Bilddemodulation: Diode; Tondemodulation: Ratiodetektor; Kippgeneratoren für Zeile und Bild: Sperrschwinger; Synchronisation: Zeile - Phasenvergleichsschaltung, schwungradstabilisiert, Bild - Integration; Lautsprecher: permanentdynam. 1,5 W; Gehäuse mit Kunstlederbezug in verschiedenen Farben.

„Radio Pill" – ein verschluckbarer FM-Sender

Nachdem in RADIO UND FERNSEHEN Nr. 10 (1957) S. 296 über eine verschluckbare Radiosonde aus Dresden berichtet wurde, ist jetzt die Vorführung eines verkapselten FM-Senders unter der Bezeichnung „Radio Pill" aus New York bekannt geworden. Wie Dr. Vladimir K. Zworykin erläuterte, soll mit Hilfe des kleinen Senders der Verdauungsvorgang im menschlichen Körper beobachtet werden. Mit den vorhandenen Modellen sind Druck- und Temperaturmessungen möglich, außerdem hofft man, Wege zur Bestimmung der Magensäure zu finden. Für den frequenzmodulierten Sender mit den Abmessungen 28 mm × 10 mm ∅ wurden handelsübliche Miniaturbauelemente verwendet. Er arbeitet auf einer Frequenz von etwa 1 MHz. Die Modulation erfolgt über eine Gummimembrane mit Hilfe magnetischer Shunts, die die Induktivität einer Spule im Rhythmus des Annäherns und Entfernens ändern.

Gekapselte Drahtwiderstände

Die Firma General Resistance, New York fertigt eine Serie von Mikro-Miniaturdrahtwiderständen, die gekapselt sind und den besonderen Bedingungen für Metallumhüllungen nach MIL R 93 A entsprechen. Größe der drahtgewickelten Widerstände: 2,5 mm ∅ und 8 mm Länge. Es stehen Widerstände von 1 bis 25 000 Ω zur Verfügung. Allgemeine Toleranz: ± 1%. Belastbarkeit: 1/10 W bei 85° C.

„Radio & TV News", Mai 1957.

Unterwasserfernsehversuche in der Sowjetunion

Die sowjetische Zeitschrift „Radio" bringt in ihrem Heft 5 (1957) einen Bildbericht über Versuche auf dem Chimkin-Stausee, wo die Möglichkeiten des Fernseheinsatzes für Unterwasserbeobachtungen bei hydrotechnischen Anlagen von Kanälen und von Wasserfahrzeugen untersucht wurden. Zur Beobachtung der toten Zone um Hochbordflußfahrzeuge, die von der Deckkabine nicht einzusehen ist, wurde eine Bildfunkanlage erprobt.



Auch in der Volksrepublik Polen

wurden Anlagen für industrielles Fernsehen entwickelt. Die im Bild gezeigte „Alpha-Anlage" des Warschauer Fernsehgerätewerkes ist speziell für den Dispatcherdienst geeignet. ▶

1. Arbeitstagung der OIR-Kommission für Programm- und organisatorische Fragen des Fernsehens

Vom 2. bis 5. Juli d. J. tagte die auf der 15. Vollversammlung der OIR in Sofia gebildete Kommission im Fernsehzentrum Berlin. Teilnehmer waren die Vertreter der Fernsehzentren Bulgariens, der DDR, Ungarns, Polens, Rumäniens, der UdSSR und der CSR.

Zur Förderung des Programmaustausches

richtete die Kommission einen Aufruf an die Technischen Kommissionen der OIR und die Ministerien für Fernmeldewesen in den OIR-Mitgliedsländern mit dem Inhalt, die Fragen der Errichtung von internationalen Relaislinien vordringlich zu erörtern.

Zu einem Fernsehfilmwettbewerb

wurden die der OIR angehörenden Fernsehzentren aufgerufen. Austragungsort: Moskau, im März 1958.

Einen Appell

richteten die Delegierten der Kommission an die Fernsehzentren der ganzen Welt, sich einstimmig dem Kampf für das Verbot der Massenvernichtungswaffen, für das Verbot der Verwendung und Herstellung der Atom- und Wasserstoffbombe und ihrer Erprobung anzuschließen.

Die II. Konferenz

der Kommission für Programm- und organisatorische Fragen des Fernsehens in der OIR ist für März 1958 vor Beginn der Tagung des Verwaltungsrates und der OIR-Vollversammlung nach Moskau einberufen worden.

Eine Lehrschau der Technologie des Maschinenbaus

wird von den Ministerien für Schwermaschinenbau und Allgemeinen Maschinenbau der DDR vom 28. August bis 24. September 1957 in Leipzig auf dem Gelände der Technischen Messe in der China-Halle und der Halle der CSR veranstaltet. Der Stellv. des Ministers für Maschinenbau, Herrmann Grosse, teilte auf einer Pressekonferenz mit, daß insgesamt 124 Themen als Produktionsvorgänge gezeigt werden, u. a. eine Zahnradherstellung in fließender Arbeitsgangfolge vom VEB Großdrehmaschinenwerk „8. Mai", Karl-Marx-Stadt, mit hoch- und mittelfrequenten induktiven Härteanlagen der volkseigenen Betriebe Herrmann Schlimme, Berlin, und Elektromotorenwerk Göllingen. Zusätzlich zu den zahlreichen Vorträgen der KdT werden die Ministerien Lehrgänge für die Technologen der einzelnen Industriezweige veranstalten. Am 17. und 18. 9. wird im Rahmen der Lehrschau eine Tagung der Technologen stattfinden.

Ein neuer Musterkatalog

liegt vom VEB (K) Technoplast, Großröhrsdorf, OL, vor. Er enthält Abbildungen und Maßangaben einer Auswahl der verschiedensten Spulenkörper, Seilrollen, Durchführungsbuchsen, Abgleichbestecks etc. von insgesamt 250 möglichen Bauteilen, die auf Wunsch der Kunden aus Polystyrol bzw. Polyamid gefertigt werden. Genaue Angaben der elektrischen und mechanischen Eigenschaften dieser Werkstoffe ergänzen den Katalog.

KURT STROBEL

Über die Entwicklung der Tonbandgeräteproduktion in der Bundesrepublik und in den USA

Neben den Betrachtungen über die mit der magnetischen Aufzeichnung verbundenen theoretischen und praktischen Fragen, einschließlich der so umfangreichen allgemeinen und besonderen Anwendungsmöglichkeiten, ist in größeren Abständen auch ein Blick auf den Tonbandgerätemarkt, dessen Bedeutung von Jahr zu Jahr ständig zunimmt, zweckmäßig. Im folgenden wird deshalb der Versuch unternommen, einen groben Überblick über die derzeitige Produktion in der Bundesrepublik und den USA zu geben.

Die Geräteproduktion der Bundesrepublik

Über den innerdeutschen Absatz von Tonbandgeräten gab die Abteilung Marktforschung von Telefunken im Heft 2 ihrer Publikation „Der Tip" interessante Zahlen bekannt. Unter Verwendung dieser Angaben wurden die Kurven 1 bis 4 im Bild 1 eingetragen. Zu bemerken ist, daß die Zahlen für die Jahre 1951, 1952 und 1956 auf Schätzungen beruhen.
Die Kurve 1 zeigt den jährlichen Inlandsgesamtabsatz der deutschen Industrie, Kurve 2 den der Geräte mit 9,5 cm/s

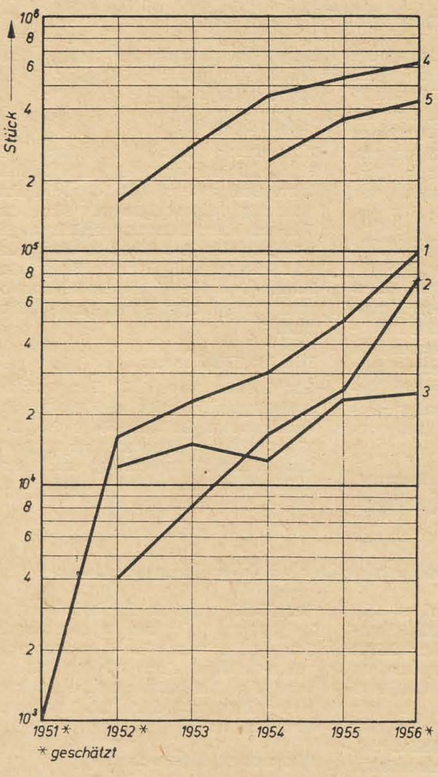


Bild 1: Die Umsatzentwicklung von Tonbandgeräten in der Bundesrepublik und in den USA

1. innerdeutscher Gesamtumsatz,
2. Anteil der 9,5-cm/s-Geräte,
3. Anteil der Geräte mit Bandgeschwindigkeiten über 9,5 cm/s,
4. Inlandsumsatz der USA (Zahlen zu 1 bis 4 nach Angaben der „Telefunken-Marktforschung")
5. Inlandsabsatz der USA (nach Electronics)

Bandgeschwindigkeit und Kurve 3 die sich aus der Differenz der Kurven 1 und 2 ergebenden Stückzahlen der Geräte mit Bandgeschwindigkeiten über 9,5 cm/s. Es kann angenommen werden, daß die Zahl der in der Bundesrepublik bis Ende 1956 vorhandenen Tonbandgeräte aus deutscher Fertigung etwa 220 000 Stück beträgt. Der Anteil der 9,5-cm/s-Geräte überwiegt hierbei mit etwa 130 000 Stück bereits gegenüber dem der Geräte mit höheren Bandgeschwindigkeiten. Ein Vergleich der Zahlen für 1956 zeigt, daß die 9,5-cm/s-Geräte mit etwa 75% des Gesamtumsatzes an der Spitze liegen. Es ist darauf hinzuweisen, daß es aus physikalischen und technologischen Gründen kaum möglich sein wird, bei Großseriengeräten die Bandgeschwindigkeiten ohne Beeinträchtigung des Frequenzumfanges und des Gleichlaufes weiter zu verringern.
Inzwischen sind auch umschaltbare Geräte für 9,5 und 4,75 cm/s auf dem Markt erschienen. Hierbei ist die niedrigere Bandgeschwindigkeit nur für die Aufzeichnung von Sprache und, sofern der Gleichlauf ausreicht, von Musik mit einem Frequenzumfang von etwa 100 bis 4500 Hz, entsprechend der Wiedergabequalität von AM-Rundfunkempfängern, vorgesehen.
Als ein Gerät, das den heutigen technischen Stand der 9,5-cm/s-, 4,75-cm/s-Technik am besten kennzeichnet, kann das Telefunken-Magnetophon KL 65 angesehen werden (Bild 2). Hierzu einige Daten:

Max. Laufzeit: bei 9,5 cm/s 90 Minuten und 180 Minuten bei 4,75 cm/s (Spule 13 nach DIN 45514 und Langspielband)
Frequenzumfang: 60 bis 10000 Hz ± 3 dB bei 9,5 cm/s
Doppelspur nach internationaler Norm
Aufnahme (Eingänge): 5 mV an 10 MΩ (Mikrofon), 5 mV bis 1,5 V an 250 kΩ (Rundfunk)
Wiedergabe (Ausgänge): etwa 2 V an 10 kΩ (Wiedergabeleitung)
etwa 10 V an 100 kΩ (Kristallkopfhörer)
Automatische Bandabschaltung
Drucktastenschaltung
Aussteuerungskontrolle durch Magisches Auge
Bandlängenanzeige (vor- und rückwärtszählend mit Nulleinstellung)
Anschluß für Kopfhörer und elektrische Fernbedienung
Abmessungen: 309 × 234 × 135 mm
Gewicht: 7,4 kg

Bemerkenswert ist hierbei, daß dieses Gerät unter dem Gesichtspunkt des Baukastenprinzips entwickelt wurde.

Diese Aufbaureihe umfaßt folgende Geräte:

Grundgerät KL 65 T (Tischausführung für 220 V~),

KL 65 TU (Tischausführung, umschaltbar auf die Spannungen 110, 127, 220 und 240 V).

Auf Wunsch werden beide Geräte mit eingebauter Endstufe (ohne Lautsprecher, z. B. für den direkten Anschluß eines Eckenlautsprechers) geliefert. Außerdem kann das leere Gehäuse mit eingebautem Lautsprecher zum nachträglichen Einfügen des Tischgerätes bezogen werden.

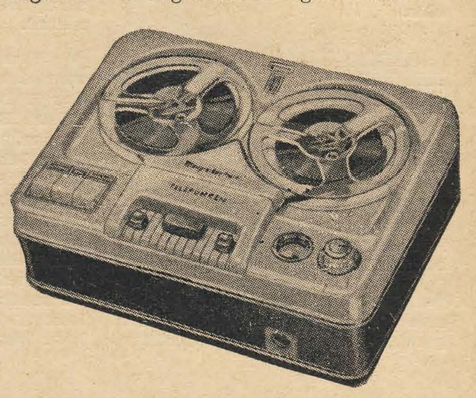


Bild 2: Telefunken-Magnetophon KL 65 T, Bandgeschwindigkeit 9,5 cm/s

Koffergerät KL 65 KU

(Tischgerät im Koffer mit Endstufe und Lautsprecher sowie Aufbewahrungsfächern für Mikrofon, Tonbänder und Zuleitungen).

Als Zubehörteile sind außerdem erhältlich:

Kristallmikrofon, dynamisches Richtmikrofon (mit und ohne Schalter), Telefonspule, Kristallkleinkopfhörer, Ohrbügel, Abhörgabel, Steno- und Fußtaste zur Fernbedienung, verschiedene Anschlußleitungen, Staubschutzkappe, Kunststofftragetasche und Lederkoffer für Tischgerät, Gerätedeckplatte mit Bandführungseinschnitt (bei Anschluß von Schmalfilmsynchronisiergeräten) und Verstärkerendstufe zum nachträglichen Einbau in das Tischgerät.
Das Körting-Magnettongerät MK 102 hat die Bandgeschwindigkeit 9,5 cm/s für Musikaufnahmen sowie als erstes deutsches Gerät die nur für Sprache geeignete Bandgeschwindigkeit von 2,4 cm/s, wodurch eine Speicherzeit von 12 Stunden pro Bandspule erreicht wird.
Die Anwendung geringer Bandgeschwindigkeiten ab 19,05 cm/s setzt das Vorhan-

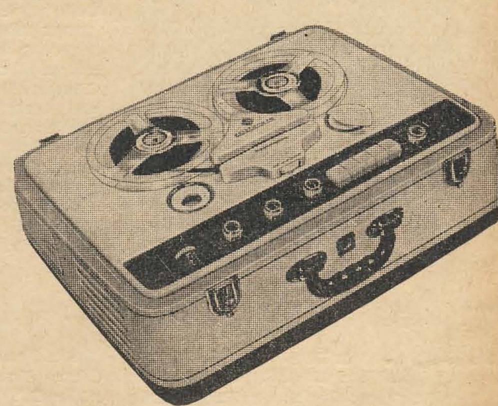


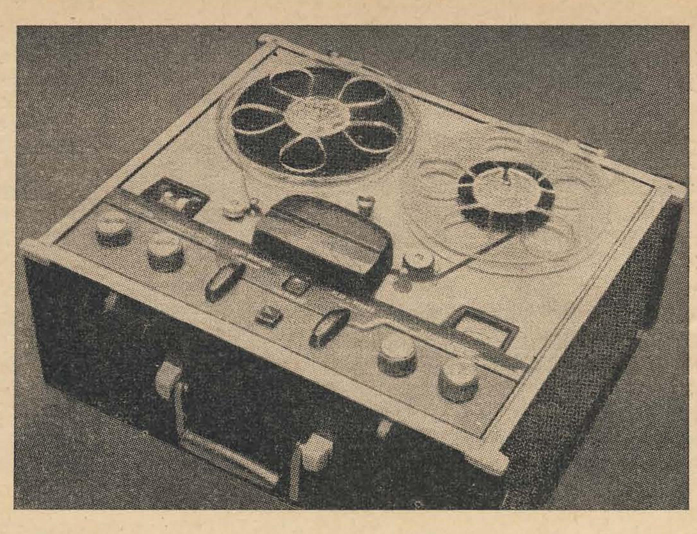
Bild 3: Telefunken-Magnetophon KL 35, Bandgeschwindigkeit 19,05 und 9,5 cm/s

densein geeigneter Magnetbänder voraus. Neben den geforderten elektroakustischen Eigenschaften müssen sie besonders schmiegsam und, falls eine längere Speicherkapazität bei gleichem Spulendurchmesser gefordert wird, dünner sein.
Ein kleinerer Teil des Marktes wird auch weiterhin durch Geräte beliefert werden, die gesteigerten Ansprüchen genügen und entsprechenden Komfort bei allerdings höherem Preise aufweisen. Es sind dies umschaltbare Geräte für 19,05 und 9,5 cm/s, die man teilweise als Kleinstudio bezeichnen kann.
Auch hier dürfte die letzte Telefunken-Entwicklung, die KL 35, am besten den erreichten Stand demonstrieren (Bild 3).
Während der größte Teil der Heimbandgeräte neben dem Löschkopf nur einen kombinierten Sprech-Hörkopf aufweist, hat dieses Koffergerät drei getrennte Magnetköpfe für Aufnahme, Wiedergabe und Hochfrequenzlöschung. Mit einem Kristallkopfhörer oder Zusatzverstärker kann daher bereits während der Aufnahme die auf dem Band befindliche Aufzeichnung kontrolliert werden.
Durch das eingebaute Mischpult besteht die Möglichkeit, drei verschiedene Aufnahmeeingänge untereinander zu mischen. Die im Koffer befindliche Endstufe betreibt zwei Ovallautsprecher, der Anschluß eines Außenlautsprechers bzw. Kopfhörers ist möglich.

Weiter sind vorhanden: Bandlängenanzeige, automatischer Bandstop, Magisches Auge, Schnellstop- und Tricktaste.
Max. Laufzeit: 90 min bei 19,05 cm/s und 180 min bei 9,5 cm/s (Spule 18 nach DIN 45514 und Langspielband)
Frequenzbereich: 40 bis 16000 Hz bei 19,05 cm/s
60 bis 11000 Hz bei 9,5 cm/s
Abmessungen: 524/503 × 205 × 393 mm
Gewicht: 18 kg (Kofferausführung)

Die USA-Produktion

Den Inlandabsatz von Tonbandgeräten in den Vereinigten Staaten zeigt die Kurve 5 im Bild 1, wobei hauptsächlich die Angaben aus Electronics Nr. 3 (1957) verwendet wurden. Die von Telefunken ermittelten Zahlen, die wesentlich höher liegen, zeigt Kurve 4.
In den USA mit einer Bevölkerungszahl von über 165 Millionen Menschen wurden im vergangenen Jahr etwa 430000 Tonbandgeräte im Werte von etwa 90 Millionen Dollar verkauft. Dies sind rund 20% mehr gegenüber 1955 mit 360000 Stück. Die Zahl der 1954 gelieferten Geräte wird auf 235000 geschätzt.
Gegenwärtig sollen etwa 1,6 Millionen Tonbandgeräte in Gebrauch sein. Hiervon sind 1,4 Millionen Heimgeräte, während der Rest Studio- und andere kommerzielle Geräte sind. Über die Aufteilung dieser Geräte werden folgende Angaben gemacht: 800000 für Heimzwecke, 160000 in Schulen, 80000 in Kirchen und 560000 für Handel und Gewerbe, Agenturen, Betriebe, Rundfunk, sonstige Studios und Industrie.
Entsprechend der großen Zahl von Herstellern ist das Angebot sehr umfangreich. Bemerkenswert sind die zahlreichen tragbaren, netzunabhängigen Geräte, die zum Bandtransport Federwerkantriebe oder kleine Elektromotoren verwenden. Es sind auch Geräte mit Bandkassette vorhanden. Einzelne Fabrikate haben noch die 38,1-cm/s-Bandgeschwindigkeit, während der Hauptteil bei 19,05 und 9,5 cm/s liegt. Es gibt jedoch auch mehrere Ausführungen für 4,75 und sogar 2,38 cm/s zur Aufzeichnung von Sprache. Umschaltmöglichkeiten für zwei und drei Bandgeschwindigkeiten sind häufig vorhanden.


Bild 4: Tonbandgerät der Firma Ampex für die normale Aufnahme und Wiedergabe sowie zur Zweikanal-Stereo-Wiedergabe. Bandgeschwindigkeit 19,05 und 9,5 cm/s. Auf dem Bild ist links die Bandlängenanzeige und rechts der Aussteuerungsmesser (Instrument) erkennbar

Neben Tonbandgeräten mit ausgezeichneten Aussteuerungsmessern sind auch noch solche mit Glimmlampenanzeige vorhanden. Die Bandlängenanzeige ist nur vereinzelt anzutreffen und offensichtlich neben anderen technischen Einzelheiten von deutschen Geräten übernommen worden.
Der direkte Bandantrieb, teilweise mit umschaltbaren Hysteresemotoren, wird gern angewandt.
Etwa 15% der Geräte haben bereits zwei Lautsprecher, es gibt aber auch Ausführungen mit drei bis fünf, sogar ein Fabrikat mit sieben Lautsprechern.
Die Zahl der angebotenen Geräte, die außer für die normale Aufnahme und Wiedergabe auch zur zwei- oder dreikanaligen Stereo-Wiedergabe verwendet werden können, nimmt etwa seit dem Jahre 1955 ständig zu (Bild 4). Sie wurden 1956 von zehn Firmen angeboten.
Das erstmalig im April des vergangenen Jahres von der Firma Ampex vorgeführte Verfahren der Aufzeichnung von Fernsehsignalen auf Magnetband mit 38,1 cm/s Bandgeschwindigkeit [vgl. RADIO UND FERNSEHEN Nr. 15 (1956) S. 456 und Nr. 22 (1956) S. 682] dürfte anderen Entwicklungen überlegen sein, denn neben der CBS (Columbia Broadcasting System), die es zuerst übernahm, wird es auch von anderen Fernsehgesellschaften, wie der NBS (National Broadcasting Company) und ABC (American Broadcasting Company), übernommen. Inzwischen hat auch eine englische Fernsehgesellschaft die Ampexanlage bestellt.
Die RCA führte am 1. Oktober 1956 das Versuchsmuster eines unter der Leitung von Dr. Harry F. Olson entwickelten Heimmagnetbandgerätes für die Aufzeichnung und Wiedergabe von Videosignalen vor. Die Bandgeschwindigkeit dieses mit 26 Röhren bestückten Gerätes wird mit 10 Fuß/s (etwa 3 m/s) und die Frequenzbandbreite mit 2 MHz angegeben. Breite des Magnetbandes 6,25 mm. Mit einer 17-cm-Spule und Langspielband ist bei Doppelspurbetrieb die Wiedergabe eines Fernsehprogrammes von acht Minuten Dauer möglich. Es dürfte allerdings noch mehrere Jahre dauern, bis derartige Geräte in größerer Stückzahl für den Heimgebrauch angeboten werden.
Nach dieser Betrachtung über den Stand der Produktion von Magnetbandgeräten soll abschließend kurz ein Blick auf die USA-Tonbandproduktion geworfen werden.
Die Minnesota Mining & Manufacturing Comp., die 1947 mit der Herstellung von Magnettonbändern (Markenbezeichnung „Scotch") begann, gibt den Wert der von ihr im Jahre 1956 gefertigten Bänder mit etwa 10 Millionen Dollar an. 1954 und 1955 waren es 7,1 bzw. 8,1 Millionen. Man schätzt, daß im Jahre 1956 von der gesamten USA-Tonbandindustrie etwa 6 Millionen Bandspulen im Wert von rund 20 Millionen Dollar verkauft wurden. (In der Bundesrepublik wurden 1956 rund 1,3 Millionen Magnettonbänder im Wert von 22 Millionen DM hergestellt.)
Das Angebot an Bändern für die verschiedenen Aufgabenstellungen ist sehr umfangreich. Als Trägermaterial verwendet man Azetylzellulose und bei erhöhten Ansprüchen die ausgezeichnete Polyesterfolie mit dem Handelsnamen „Mylar". Eine Betrachtung des Lieferprogrammes der Audio Devices, Inc., deren Bänder unter der Bezeichnung „audiotape" geliefert werden, läßt die Vielseitigkeit des Angebotes erkennen. Das Angebot umfaßt Bänder aus Azetylzellulose mit einer Stärke von etwa 0,04 mm in der normalen rotbraunen Farbe sowie in Grün und Blau und Langspielbänder mit 0,025 mm Stärke. Die Bänder aus „Mylar" sind 0,04 und 0,025 mm stark. Für besondere Ansprüche (lange Speicherzeit bei kleinem Spulendurchmesser) wird ein Mylar-Band mit der äußerst geringen Dicke von nur 0,015 mm geliefert. Hierbei wird allerdings vorausgesetzt, daß der Bandzug der verwendeten Laufwerke nicht zu groß und gleichmäßig ist.
Das vom VEB AGFA-Wolfen gefertigte hartmagnetische Band Typ CH, dessen Träger aus Azetylzellulose besteht, ist nicht schmiegsam genug, so daß die Eigenschaften an sich guter Tonbandgeräte hierdurch gemindert werden können. Langspielband wird nicht hergestellt,

obwohl hier ein dringender Bedarf vorliegt.
Das Angebot bespielter Magnetbänder hat in den USA weiter zugenommen. Diese Musikbänder kosten etwa 8 bis 10 Dollar je Spule und mehr. Auch Stereo-Musikbänder werden bereits listenmäßig angeboten.
Man schätzt den Wert dieser Bänder für 1957 auf etwa 600000 Dollar. Vergleicht man jedoch diese Summe mit dem Umsatz der Schallplattenindustrie, die 1955 für 225 Millionen Dollar Schallplatten verkaufte, so ist sie noch als bescheiden anzusehen.

*

Wir haben diesen Artikel nicht veröffentlicht, um einen unstillbaren Appetit zu erwecken. Auch unsere Ingenieure können Tonbandgeräte entwikkeln und konstruieren, auch unsere Betriebe können sie fertigen. Aber die Geschichte unserer Tonbandgeräteproduktion ist eine Geschichte von Fehldispositionen und der völlig ungenügenden Marktforschung unserer Handelsorgane. Das Gerät BG 20 („Smaragd"), das im Funkwerk Köpenick entwickelt wurde, hätte etwa ein Jahr früher auf dem Markt erscheinen können, wenn das Meßgerätewerk Zwönitz als Produktionswerk des Gerätes nicht — im Grunde genommen zu Recht — auf einer ausgefeilten Technologie bestanden hätte, wodurch eine Anzahl konstruktiver Änderungen erforderlich wurde. Als das Gerät aber fertigungsreif war, hatten sich unsere Handelsorgane völlig unzulängliche Vorstellungen über den Inner-DDR-Bedarf gemacht, so daß unserem Handel jetzt eine viel zu kleine Anzahl von Geräten zur Verfügung steht.
Inzwischen ist auch bei uns die Entwicklung nicht stehengeblieben. Wir hören von dem BG 20/2, einem Gerät mit zwei Bandgeschwindigkeiten (19,05 cm/s und 9,5 cm/s), eine Weiterentwicklung des BG 20, das ebenfalls vom Meßgerätewerk Zwönitz produziert werden soll. Ferner hören wir von dem KB 100 des Fernmeldewerkes Leipzig mit den beiden Bandgeschwindigkeiten 9,5 cm/s und 4,75 cm/s. Die technischen Daten dieser beiden Geräte sind durchaus mit den Daten westlicher Geräte vergleichbar. Beide sollen auf der Leipziger Herbstmesse 1957 ausgestellt werden.
Wir haben diesen Artikel veröffentlicht, um unseren Handelsorganen eine Vorstellung von dem potentiellen Markt für solche Geräte zu vermitteln, damit die Versorgung unserer Bevölkerung mit modernen Tonbandgeräten nicht wieder an der Unentschlossenheit und Überängstlichkeit einiger Mitarbeiter des Handels scheitert.
Die Redaktion

Dipl.-Ing. BODO WAGNER und WERNER TAEGER

Neuheiten auf dem Gebiete der Elektronik[1]

Isotopentechnik

Die Anwendung von Isotopen zur Flächengewichtsbestimmung und Dickenmessung hat sich *Friesecke & Höpfner* zur Aufgabe gemacht. Dieser Betrieb bringt eine Reihe von Meßgeräten heraus, mit denen Flächengewichte zwischen 10 g/m² und 23 kg/m² mit außerordentlich hoher Anzeigeempfindlichkeit (bis zu 1 g/m² pro Skalenteil) bestimmt werden können, das entspricht Folien von einigen μ bis zu Stahlblechen von 3 mm Dicke. Außer zur Messung können die Geräte in Verbindung mit Zusatzgeräten auch für Regelungen eingesetzt werden; das Regelgerät gibt entsprechend der Größe und Richtung der Abweichung von einem einstellbaren Sollwert unter Zwischenschaltung eines Zeitrelais elektrische Impulse an einen Verstellmotor, der beispielsweise die Walzenzustellung verändert. Ein weiterer Zusatz ermöglicht auch die Feststellung der Dicke aufgetragener Schichten durch ein Differenzmeßverfahren. Je nach dem Meßbereich werden folgende Strahler verwendet: Thallium, Halbwertzeit 2,7 J; Strontium, Halbwertzeit 19,9 J; Radium, Halbwertzeit 1800 J.

Unter der Bezeichnung „Kombination F" zeigte die *Elektro-Spezial GmbH* in Hannover u. a. einen Strahlungsmeßplatz, der Aktivitätsmessungen mit Impuls- und Zeitvorwahl ermöglicht und die mittlere Impulsrate durch ein „Ratemeter" anzeigt. Die Anzeige läßt sich auch mit einem Tintenschreiber registrieren. Als weitere Ergänzung dieses Meßplatzes ist ein Einkanalspektrometer entwickelt worden, mit dem man das Energiespektrum der von radioaktiven Isotopen stammenden Zerfallsprodukte messen kann.
Weiterhin wurde von der Elektro-Spezial GmbH ein für Reihenuntersuchungen, z. B. Überwachung der Luft-, Boden- und Wasseraktivität, geeigneter automatischer Probenwechsler (Bild 1) gezeigt, der im Zusammenhang mit einem Meßgerät mit Impulsvorwahl die Aktivität von maximal 30 Proben selbsttätig registriert. An Stelle der alten Bleikammer wurde eine neue nach dem Bausteinprinzip konstruierte Bleikammer vorgeführt, in der mit Glockenzählrohren, Becherflüssigkeitszählrohren, Katodenstufen und Totzeiteinheiten gemessen wird. Für alle diese Meßaufgaben wird nur eine Bleikammer gebraucht.

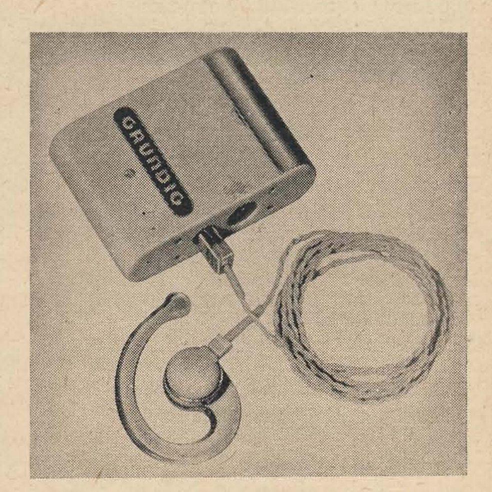
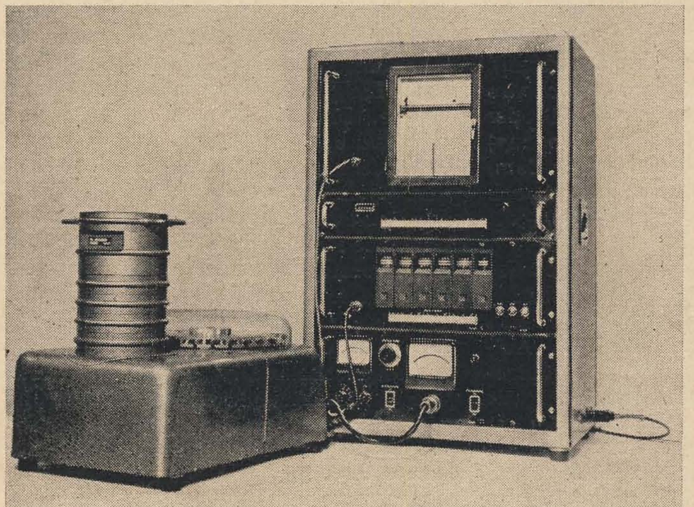
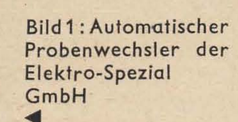


Bild 2: Strahlungswarngerät Geiger-Müller-Zähler 6030

Durch zwei neue elektronische Geräte wird das Produktionsprogramm der *Grundig-Werke* erweitert. In der Größe einer Zigarettenpackung wurde das Strahlungswarngerät 6030 vorgestellt (Bild 2). Beim Druck auf den Bedienungsknopf hört man die Zählrohrimpulse im Kleinhörer als einzelne Knackgeräusche. Die zulässige



Bild 1: Automatischer Probenwechsler der Elektro-Spezial GmbH ◀



▶ Bild 3: Strahlungswarngerät Geiger-Müller-Zähler 6084

[1]) Siehe auch RADIO UND FERNSEHEN Nr 15 (1957) S. 470

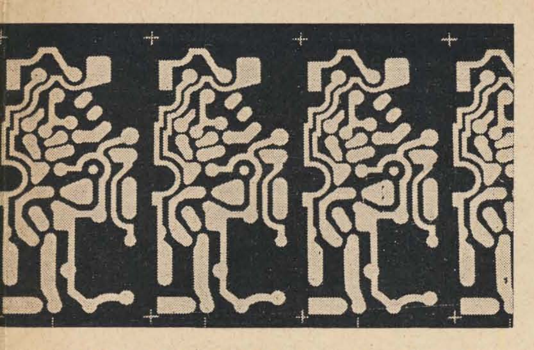


Bild 4: Gedruckte Schaltung für vier Geiger-Müller-Zähler 6048

Toleranzdosis ist dann überschritten, wenn die einzelnen Knackimpulse sich nicht mehr unterscheiden lassen, sondern in ein gleichförmiges Geräusch übergehen. Mit einem Instrument zum Ablesen der Strahlungsstärke ist das zweite Strahlungsmeßgerät, „Geiger-Müller-Zähler 6048“, ausgerüstet (Bild 3). Es gestattet, zusätzlich zu den akustischen Warnzeichen die genaue Höhe der Strahlungsdosis an einem eingebauten Instrument abzulesen. Beide Geräte sind mit Transistoren bestückt. Für das Gerät 6048 wird eine gedruckte Schaltung verwendet (Bild 4). Das kleine Strahlungswarngerät wird mit einer 1,5-V-Kleinmonozelle betrieben, das größere (6048) mit einer 3-V-Stabbatterie. Letzteres eignet sich besonders zum Erkennen von Röntgen- und Gammastrahlen, hat einen Anzeigebereich von 1 bis 500 mr/h und ist im Temperaturbereich von —10 bis +45° C funktionsfähig. Die Schaltung enthält einen Geiger-Müller-Zähler mit temperaturstabilisiertem Transistormittelwertverstärker für das Instrument, einen Impulsverstärker mit Transistoren für den eingebauten Kleinstlautsprecher und den Gleichspannungswandler (Transverter) für die Zählrohrspannung. Die Höhenstrahlung, die ständig aus dem Weltraum zu uns dringt, löst im Zähler 6030 etwa 20 Impulse in der Minute aus, die bequem gezählt werden können, während etwa 3000 Impulse je Minute die Gefahrengrenze anzeigen sollen.

Elektronische Rechen- und Zählgeräte

Telefunken, Ulm, hat einen Analogrechner entwickelt. Im Gegensatz zum Digitalrechner (Ziffern-Rechenmaschine, die in der Eingabeschaltung mit Zahlen „gefüttert“ wird) spielen beim Analogrechner Ziffern und Zahlen nur eine untergeordnete Rolle. Als Ergebnisse erscheinen beim Analogrechner nicht Ziffern sondern Kurven; denn die zu errechnenden technischen Probleme stellen stets zeitliche Vorgänge dar. Auf einer Bildröhre läßt sich ablesen, fotografieren oder durch ein Schreibgerät feststellen, wie sich z. B. der Wagen eines neuen Autotyps verhält, wenn er durch ein Schlagloch fährt. Mit Hilfe des Analogrechners kann der Autokonstrukteur feststellen, was an der Federung des neuen Wagens zu ändern ist, damit er die gewünschte gute Straßenlage bekommt.

Zu den neuesten Entwicklungen der Firma *I.B.M.*, Sindelfingen b. Stuttgart, auf dem Gebiet der elektronischen Rechenmaschinen und der Automation gehört das elektronische Auswertungsgerät Typ 703, das in der Lage ist, im Zeitraum von 330 ms zwei 127stellige Zahlen miteinander zu multiplizieren und in einer Sekunde 4000 fünfstellige Zahlen zu addieren. Auf jeder Magnetbandspule ihres „Gedächtnisses“ kann die Maschine soviel Daten aufnehmen, daß ein Buch von rund 1800 Seiten damit gefüllt würde. Diese Daten kann die Maschine wiederum mit einer Geschwindigkeit von 7200 Rechnungen je Sekunde verarbeiten.

In einem Modell wurde die Transferstraße der Daimler-Benz-AG, Untertürkheim b. Stuttgart, gezeigt. Eine ähnliche Anlage wurde auch für die Opelwerke in Rüsselsheim gebaut. Diese Transferstraßen haben je Stunde 60 Zylinderblöcke für Automobilmotoren zu bearbeiten. Die Werkzeugmaschinen und der Arbeitsablauf werden von einem Hauptsteuergerät und Untersteuergeräten dirigiert. Während die Bearbeitung eines Rohzylinderblocks früher etwa neun Stunden dauerte, läuft dieser Block heute in 15 Minuten durch die Transferstraße. Abgenutzte Werkzeuge werden an Kontrolltafeln durch Signallämpchen angezeigt. Die Verlustzeit durch Werkzeugwechsel, Maschinenstörungen usw. beträgt erfahrungsgemäß etwa 25%.

Günther & Tegetmeyer, die mit Hartmann & Braun liiert sind, bringen eine Zähldekade unter Verwendung von Kaltkatodenröhren heraus (Bild 5). Für die Anzeige wird das Glimmlicht der Röhren benutzt. Die Zählgeschwindigkeit beträgt max. 2300 Impulse in der Sekunde. Das Gerät ist mit zwei Eingängen ausgestattet, von denen der eine zur Vorwärts-, der andere zur Rückwärtszählung dient. Die Zähldekaden, die nur 28 mm breit sind, lassen sich beliebig aneinanderreihen. Zwischenverstärker sind nicht erforderlich. Die Eingangsspannung muß einen Scheitelwert von 120 V und eine Impulsdauer von mindestens 20 μs haben. Das Gewicht dieser Dekaden beträgt 700 g, die Abmessungen sind 136 × 175 × 28 mm.

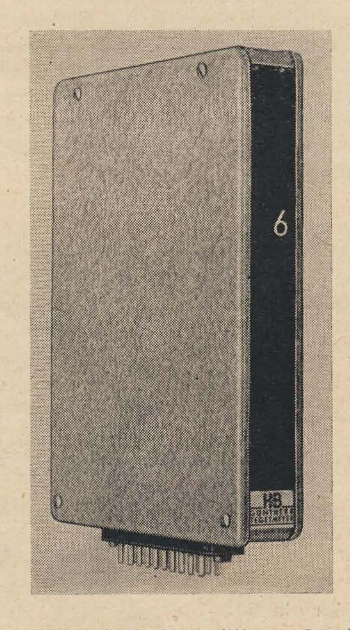


Bild 5: Zähldekade Mod. 470 von Günther & Tegetmeyer mit Kaltkatodenröhren

Für höhere Zählgeschwindigkeiten liefert Günther & Tegetmeyer Zähldekaden mit Vakuumröhren nach Berkeley, mit denen ein Frequenzbereich bis zu 1000 MHz erfaßt werden kann. Außerdem ist zur Verbesserung der Ablesbarkeit ein Großsichtanzeiger (Bild 6) entwickelt worden, für den pro Dekade nur eine einzige Ziffer vorgesehen ist, die durch eine Anordnung von sieben Stabglühlampen in Form zweier aufeinanderstehender Quadrate mit einer gemeinsamen Kante gebildet wird, von denen die dem gewünschten Ziffernsymbol entsprechenden jeweils eingeschaltet werden. Die Anzeige wird also in normaler dekadischer Schreibweise geliefert. Die Ziffernhöhe beträgt 50 mm, die Einstellgeschwindigkeit 15 Anzeigen pro Sekunde.

Das Programm von Günther & Tegetmeyer umfaßt außer diesen einzelnen Dekaden auch komplette Zählgeräte mit fünf oder sechs Dekaden zur Impulszählung, zur Frequenzmessung durch Bestimmen der Periodendauer, Kurzzeitmessung von 1 μs bis 1 s mit quarzgesteuertem Normalimpulsgeber u. a. Sehr beachtlich sind Zählgeräte mit Ferristoren

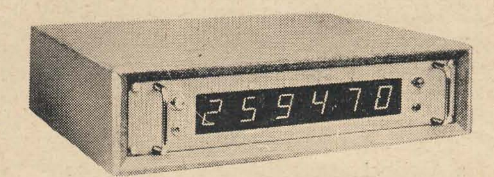


Bild 6: Günther & Tegetmeyer, Großsichtanzeiger

an Stelle der Röhren, wobei eine Zählgeschwindigkeit bis zu 8000 Impulsen pro Sekunde erreicht wird. Als Frequenzzähler läßt sich mit ihnen ein Frequenzbereich bis zu 40 kHz erfassen.

Dekadische Zähleinheiten mit der Zählröhre E 1 T liefert *Valvo*. Valvo hat eine Typenreihe von Zähleinheiten für verschiedene Frequenzbereiche bis zu 100 kHz sowie die zugehörigen Impulsformer, Verstärker, Zeitgeber usw. im Programm.

Regelungs- und Meßtechnik

Die neu entwickelte Maschinenüberwachungsanlage der *Elektro-Spezial GmbH* ist besonders auf die Bedürfnisse der Schiffahrt zugeschnitten. Sie dient zum Messen und Registrieren von Drehzahl und Drehmoment der Antriebswelle, der effektiven Wellenleistung und des Kraftstoffverbrauchs der Hauptantriebsmaschine. Die Drehzahlmessung erfolgt rein elektronisch. Am Wellenumfang sind Ferroxduremagnete angebracht, die beim Rotieren der Welle in einem U-förmigen Eisenkern Spannungsimpulse erzeugen. Diese Impulse werden in einer anschließenden Transistorschaltung verstärkt und integriert. Die Kraftstoffverbrauchsmessung erfolgt mit Hilfe eines Ovalradzählers. Weil die Umdrehungszahl der Zählscheibe der durchfließenden Kraftstoffmenge proportional ist, wird auch die Kraftstoffmessung auf eine elektronische Drehzahlmessung zurückgeführt.

Die Multiplikation der beiden Meßgrößen „Drehmoment“ und „Drehzahl“ erfolgt auf mechanisch-elektrische Weise und ergibt die abgegebene Wellenleistung in PS. Das Anzeigeinstrument ist in allen drei Fällen ein registrierender elektronischer Kompensator. Dieser ist als Mehrfachpunktdrucker ausgebildet; an einem Diagrammstreifen können nebeneinander der Kraftstoffverbrauch, die Leistung und die Drehzahl abgelesen werden (Bild 7).

Siemens zeigte einen Gittersteuersatz für Eisenstromrichter mit Transistoren, der den magnetischen Steuersätzen eine geringere Zeitkonstante und den Röhrensteuersätzen die erheblich geringere Baugröße und eine höhere Betriebssicherheit voraus hat. Einzelheiten über den Steuersatz waren leider nicht zu erfragen.

Contraves, Zürich, verwendet Transistoren in einem Nachlaufregler für eine Ausgangsleistung von 10 W bei einem Verstärkungsfaktor von 2···5000; der Eingangswiderstand beträgt 100 kΩ, der Einstellbereich 1 : 100.

Ebenso zeigte die Firma *Hans Still*, Hamburg, einen transportablen Regelverstärker mit Transistoren. Er besitzt einstellbares PID-Verhalten, seine Ausgangsleistung beträgt 5 W.

Einen Präzisionsmeßverstärker für einen Frequenzbereich von 50···5000 Hz hat die *AEG* entwickelt, der speziell für Versuchsanlagen und Netzmodelle u. a. gedacht ist, bei denen leistungsarme Messung gefordert wird. Der Verstärker ist als Doppelverstärker mit einem Spannungs- und einem Strompfad ausgeführt. Durch hohe Stromgegenkopplung wird eine außerordentliche Stabilität erreicht, so daß eine Klassengenauigkeit 0,1 garantiert werden kann. Die Eingangsspannung beträgt im Spannungspfad 0,3 V, im Strompfad 10 mV; der Eingangsscheinwiderstand ist größer als 2 bzw. 4 MΩ, die Ausgangsleistung beträgt 2,2 bzw. 3,2 VA.

Die *Valvo GmbH* entwickelte eine interessante Schaltung für ein transistorgeregeltes Netzgerät von sehr konstanter Ausgangsspannung (Bild 8). Die Anordnung ermöglicht in Verbindung mit den in ihrer Verlustleistung sinnvoll aufeinander abgestimmten Valvo-Transistoren OC 72 und den beiden neuen Typen OC 30 und OC 16, die Ausgangsspannung selbst bei stark wechselnder Last stabil zu halten. Die Schaltung ist so ausgelegt, daß bei 2×15 V Wechselspannung und nachfolgender Zweiweggleichrichtung die Ausgangsspannung bei Stromänderungen von 0 auf 2 A und bei 10% Netzspannungsschwankung nur um max. 0,3% schwankt. Die gleichgerichtete und gesiebte Spannung wird einer Transistorkaskade zugeführt. Das Blockpotential des ersten Transistors OC 72 wird abgegriffen und mit der Spannung des Emitterkreises verglichen, die durch zwei Zellen einer sehr konstanten Spezialbatterie auf gleichem Potential gehalten wird. Infolge der dabei auftretenden Änderung des Kollektorstromes ergibt sich eine Verschiebung des Blockpotentials des zweiten Transistors OC 72 in der Kaskade. Damit ändert sich aber nun auch der Widerstand der Strecke Kollektor—Emitter des Leistungstransistors OC 16. Durch die hohe Verstärkung der vier am Regelvorgang beteiligten Transistoren (etwa 1,5 · 10⁶) wird ein äußerst wirksamer Regelmechanismus in Gang gebracht.

Interessant ist ein Kontaktfehlersuchgerät von *Siemens* (Bild 9) zum Feststellen von kalten Lötstellen, veränderlichen Übergangswiderständen und dergleichen. Es enthält einen Frequenzgenerator mit fünf fest einstellbaren Frequenzen zwischen 2 und 1500 kHz, dessen Spannung an den Eingang des Prüflings angelegt wird; an seinen Ausgang wird ein empfindlicher Empfänger mit Demodulationsschaltung und Lautsprecher geschaltet. Bei leichter Erschütterung des Prüflings wird infolge der veränderlichen Übergangswiderstände die HF-Spannung moduliert, was sich im Lautsprecher durch knackende oder kratzende Geräusche bemerkbar macht. Durch systematische Eingrenzung der Fehlerstelle läßt sich der Fehler leicht lokalisieren.

Neu ist die Kombination eines Transistors mit einem Fernmelderelais, die von Siemens ausgeführt wird. Auf diese Weise wird eine außerordentlich niedrige Ansprechleistung (3 μW, bei einem anderen Typ 200 μW) erreicht, so daß diese Relais für Fotozellenschaltungen besonders geeignet sind. Die Relais sind, wie neuerdings allgemein üblich, gekapselt und haben die Abmessungen 46×19×24 bzw. 30.

In diesem Zusammenhang seien die Rundrelais von Siemens mit Vakuumkontakt genannt, die bei induktionsfreier Belastung eine Schaltleistung von 2 kW, bei induktiver Last 600 W haben; hierbei beträgt die höchste Schaltspannung 200 V! Auch an Prüfgeräte für Transistoren ist

Bild 8: Schaltbild des transistorgeregelten Netzgerätes von Valvo. Ausgangsspannung einsstellbar zwischen 5,4 und 7,5 V, Stromabgabe 0···2 A, R_i ca. 0,025 Ω.
Netztrafo: Kern EI 78, prim. 1300 Wdg. 0,25 CuL, sek. 2 × 89 Wdg. 0,8 CuL
Siebdrossel: 92 Wdg. 1,5 CuL auf EI 78 ohne Luftspalt
2 Neumann-Stabilisationszellen, 5 mA Querstrom, Typ 1,5/10

Bild 7: Maschinenüberwachungsanlage, Elektro-Spezial GmbH ◀

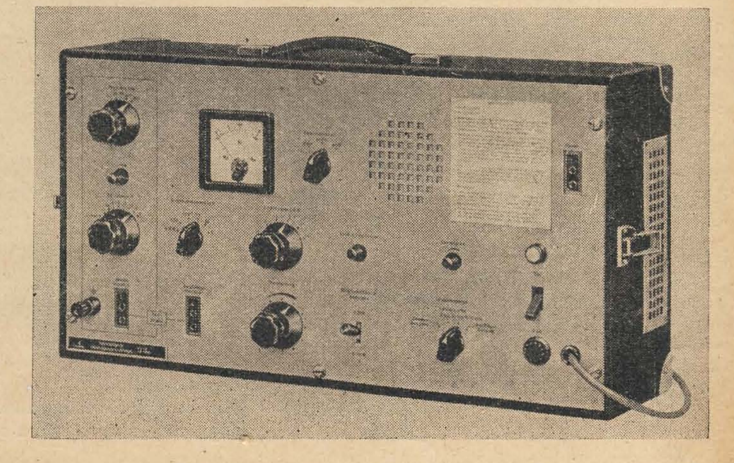


Bild 9: Kontaktfehlersuchgerät, Siemens & Halske ▶

gedacht: *Gossen* zeigt derartige Geräte, die im Vergleich zu den üblichen Röhrenprüfgeräten wesentlich geringere Abmessungen aufweisen. Gossen zeigt weiterhin eine transistorgeregelte Gleichspannungsquelle für 6 V 2 A, bei der eine Spannungsabweichung von etwa 0,5% erreicht wird.
Schließlich sei noch auf die neuen Hall-Generatoren von *Siemens* hingewiesen, bei denen infolge der Verwendung von Indiumantimonid oder Indiumarsenid eine erhebliche Erhöhung der abgegebenen Leistung erreicht worden ist; sie beträgt bis zu 200 mW bei Spannungen bis zu 1 V. Außer der Verwendung zur Messung magnetischer Gleich- und Wechselfelder erschließen sich weitere Anwendungsgebiete, wie die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung, Multiplikationsanordnungen in Analogrechnern, Leistungsmessungen u. a. Siemens liefert weiterhin auch magnetfeldabhängige Widerstände aus dem gleichen Material.

PHASENUMKEHRSTUFEN

In allen Gegentaktschaltungen muß eine Stufe vorhanden sein, die die gegeneinander um 180° phasenverschobenen Spannungen für die Gegentaktröhren erzeugt. Das trifft sowohl für Leistungsverstärker mit einer Gegentaktendstufe als auch beispielsweise für den Phasendiskriminator in der Horizontalablenkschaltung von Fernsehempfängern zu. Ursprünglich erfolgte die Phasenumkehr mittels Gegentaktübertrager, bei denen die Primärwicklung in der elektrischen Mitte angezapft war. In modernen Schaltungen wendet man derartige Übertrager kaum noch an; im NF-Verstärker aus dem Grunde, weil durch jeden Übertrager die NF-Bandbreite eingeengt wird. Es ist besser, die Phasenaufspaltung (im angelsächsischen Sprachgebrauch „phasesplitter" genannt) auf elektronischem Wege vorzunehmen.

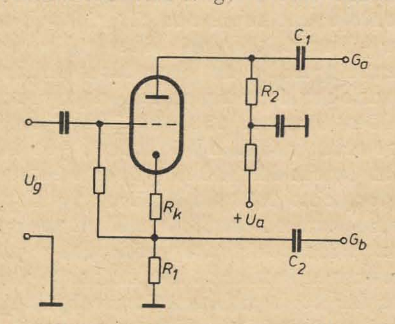


Bild 1: Einfache Phasenumkehrschaltung

Eine der einfachsten Phasenumkehrschaltungen zeigt Bild 1. Bei dieser sogenannten Katodynschaltung ist der Katodenwiderstand in zwei Einzelwiderstände R_k und R_1 aufgeteilt. Die negative Gittervorspannung der Phasenwenderöhre wird durch den Widerstand R_k erzeugt. Der zweite Teilwiderstand R_1 erzeugt einen Spannungsabfall, der mit der Eingangsspannung U_g phasengleich ist und zur Aussteuerung der zweiten Gegentaktröhre (Gitter G_b) dient. Die Spannung am Anodenwiderstand R_2 ist in Gegenphase zur Eingangsspannung; die an diesem Widerstand abfallende Spannung steuert das Gitter der ersten Gegentaktröhre (Gitter G_a). Beide Steuerspannungen sind somit um 180° in der Phase verschoben. Voraussetzung einer unverzerrten Wiedergabe ist aber, daß beide Steuerspannungen zwar in der Phase um 180° verschieden sind, ihre Absolutwerte müssen aber gleich groß sein. Aus diesem Grunde muß $R_1 = R_2$ sein. Bei dieser Schaltung ist die Verstärkungszahl der Stufe jedoch stets kleiner als 1, da die Katodynstufe nach dem Prinzip des Anodenbasisverstärkers arbeitet, bei dem die Verstärkungszahl kleiner als 1 ist. Man verbindet daher gern die Phasenwendestufe mit einer davorliegenden Spannungsverstärkerstufe und vereinigt diese beiden Stufen in einer Doppeltriode. Um eine genügend große Ausgangsamplitude zu erreichen, müssen Katoden- und Anodenwiderstand der Phasenumkehrröhre verhältnismäßig hochohmig sein. Als Folge davon liegt das Potential der Katode und des Steuergitters ziemlich hoch. Man kann aber bei dieser Schaltung das übliche RC-Glied im Gitterkreis des Phasenwenders einsparen, d. h. die Anode der Vorröhre galvanisch mit dem Gitter der Umkehrröhre verbinden. Allerdings muß bei dieser Schaltungsart dafür gesorgt werden, daß das Anodenruhepotential der Vorröhre durch richtige Wahl von Anoden- und Katodenwiderstand dieser Röhre den richtigen Wert annimmt.
Man kann die Verstärkung der Phasenumkehrstufe auf einen über 1 liegenden Wert bringen, wenn man in dem aus Vorröhre und Umkehrröhre bestehenden System eine Rückkopplung einführt. Bei der im Bild 2 gezeigten Schaltung mit einer ECC 40 (erstes System als NF-Verstärker, zweites System als Phasenwender) wird der Katodenwiderstand der Umkehrröhre nicht an Masse (vgl. Bild 1) sondern direkt an die Katode des ersten Triodensystems, also der Verstärkerröhre, geschaltet. Durch diese Schaltungsvariante wird die Symmetrie der beiden um 180° gegeneinander verschobenen Gegentaktspannungen nicht verschlechtert und ebenfalls die Bandbreite nicht beeinflußt. Durch die Stromrückkopplung wird der Überbrückungskondensator für den Katodenwiderstand der Vorröhre überflüssig. Der Katodenwiderstand selbst erhält etwa die Hälfte seines normalen Wertes (470 statt rund 900 Ω). Der Außenwiderstand der Umkehrstufe wird auf etwa den doppelten Wert gebracht, statt 15 bis 20 kΩ 40 kΩ, der in zwei gleich große Widerstände von je 20 kΩ im Anoden- und im Katodenzweig aufgeteilt wird. Der Rückkopplungseffekt kommt dadurch zustande, daß der Katodenstrom der Umkehrröhre den Katodenwiderstand der NF-Vorröhre durchfließt. Der Ar-

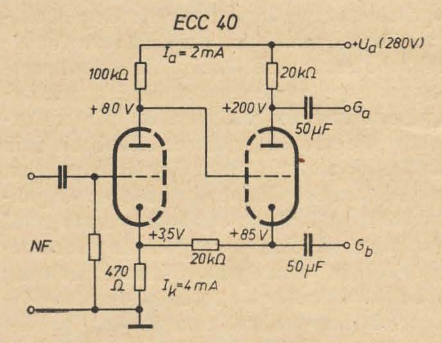


Bild 2: Rückgekoppelter Phasenwender

beitspunkt des ersten Triodensystems ist derart eingestellt, daß der innere Widerstand $R_i = 38$ kΩ beträgt, der Anodenwiderstand erhält etwa den dreifachen Wert (≈ 100 kΩ). Der sich dabei einstellende Strom durch das System 1 ist dann etwa 2 mA. An der Anode dieses Systems liegt dann bei 280 V Speisespannung eine Spannung von

$$280 - 2 \cdot 10^{-3} \cdot 100 \cdot 10^{3} = 80 \text{ V.}$$

In der Röhre selbst findet ein weiterer Spannungsabfall von

$$2 \cdot 10^{-3} \cdot 38 \cdot 10^{3} = 76 \text{ V}$$

statt, so daß an der Katode des ersten Systems noch eine Restspannung von

$$80 - 76 = 4 \text{ V}$$

steht (die Messung ergab 3,5 V).

Der Anodenstrom durch das als Phasenwender arbeitende zweite Triodensystem beträgt etwa 4 mA. Damit ergibt sich am 20-kΩ-Katodenwiderstand ein Spannungsabfall von

$$4 \cdot 10^{-3} \cdot 20 \cdot 10^{3} = 80 \text{ V,}$$

so daß die Katodenspannung des Systems $2 \approx 85$ V beträgt (Restspannung + Spannungsabfall). Da die Anodenspannung des Systems 1 gleichzeitig am Gitter des Systems 2 liegt, beträgt die wirksame Gittervorspannung am zweiten Triodensystem

$$80 - 85 = -5 \text{ V.}$$

Der Innenwiderstand des zweiten Röhrensystems ist etwas niedriger als der des ersten, er beträgt etwa 30 kΩ; damit fällt an der Röhre selbst eine Spannung von

$$4 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \cdot 10^{3} = 120 \text{ V}$$

ab, so daß an der Anode eine Spannung von $85 + 120 \approx 200$ V steht.
Da der Anodenwiderstand des Phasenwenders den gleichen Wert wie der Katodenwiderstand haben muß, wenn an beiden Widerständen gleich große, aber entgegengesetzt gerichtete Spannungen zur Steuerung der Gegentaktröhren stehen sollen, muß der Anodenwiderstand ebenfalls 20 kΩ betragen. Da an diesem Widerstand eine Spannung von 80 V ab-

fällt, muß als Speisespannung $U_a = 200 + 80 = 280$ V gewählt werden. Die gefundenen Spannungswerte sind im Bild 2 eingetragen.

Wenn der Ausgangsübertrager zwei getrennte, gleichdimensionierte Primärwicklungen besitzt, kann man die Phasenumkehrung zur Steuerung der Gegentaktendröhren ohne besondere Phasenwenderöhre erzielen. Bild 3 zeigt die Schaltungsanordnung. Zwischen den beiden primärseitigen Wicklungshälften ist der Widerstand R einzufügen; dieser bildet mit dem Außenwiderstand einen Spannungsteiler, der die an das Gitter der unteren Gegentaktröhre gelangende Steuerspannung auf den Wert der Eingangsspannung der oberen Röhre verringert. Diese Schaltung arbeitet allerdings nur bei Gegentakt-A-Betrieb einwandfrei und ist infolge des komplexen Teiles des Spannungsteilers (in der Primärwicklung) bei nicht genau angepaßter Belastung, z. B. durch den Lautsprecher, frequenzabhängig.

Phasenumkehrschaltungen im Fernsehempfänger

Die Phasenvergleichsstufe (Bild 4) besteht aus einer Brücke mit zwei Widerständen R_1 und R_1' sowie zwei Germaniumdioden D_1 und D_2. An die Punkte 1 und 2 gelangen über die Phasenumkehrröhre vom Amplitudensieb gegenphasige und symmetrische Horizontalsynchronimpulse. Am Punkt 3 liegt die vom Ablenkgenerator (gewöhnlich aus einer Sonderwicklung des Horizontalausgangsübertragers) rückgeführte Ablenkspannung; am Punkt 4 die erzeugte und noch nicht gesiebte Regelspannung. Solange die Dioden gesperrt sind, ist das Potential am Punkt 3 von dem am Punkt 4 getrennt.

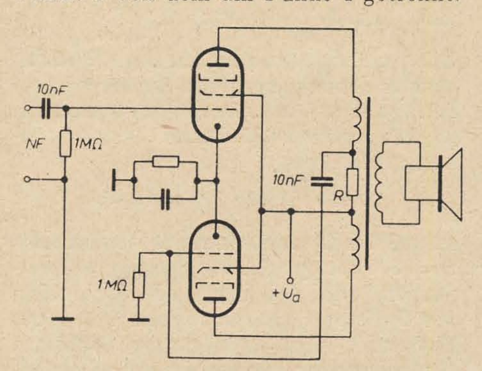


Bild 3: Phasenumkehr in der Endstufe selbst (ohne besondere Phasenumkehreinrichtung)

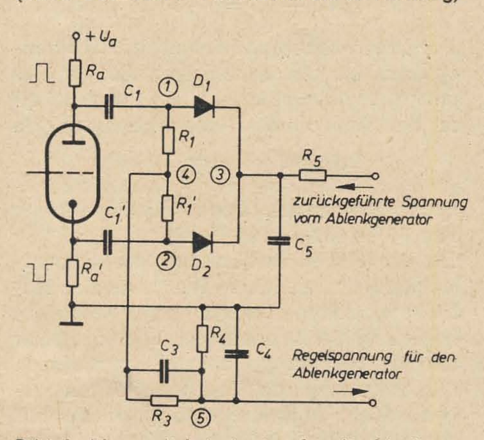


Bild 4: Phasendiskriminator für die Horizontalablenkung eines Fernsehempfängers

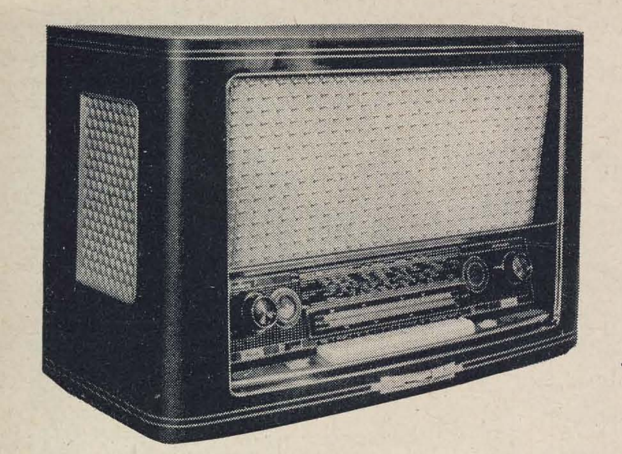
Sobald sie jedoch geöffnet sind, wird, je nachdem, ob das Potential an 3 höher oder niedriger ist als an 4, den Kondensatoren C_3 und C_4 eine Ladung zufließen oder von ihnen fortfließen. Das Schalten der Dioden erfolgt durch die Synchronimpulse. Die Vorderflanken der Rechteckimpulse öffnen über die Kondensatoren C_1 und C_1' die in Serie liegenden Dioden, die Rückflanken sperren sie wieder. Es ist wesentlich, daß die beiden Widerstände R_a und R_a' gleich groß sind. Nur dann ist gewährleistet, daß in beiden Widerständen gleich große aber entgegengesetzt gerichtete Rechteckimpulsspannungen erzeugt werden. *tae-*



MICHAEL FARADAY

Vor nunmehr 90 Jahren, am 25. 8. 1867, starb in Hampton Court bei Richmond der am 22. 9. 1791 in Newington Butts geborene englische Chemiker und einer der größten Physiker aller Zeiten, Michael Faraday. Dieser vielseitige Forscher, der lange vor der Entdeckung der elektrischen Wellen lebte, auf dessen schöpferischen Geist aber die meisten Grundbegriffe der elektrischen Schwingungstechnik zurückgehen, lebte als Kind in äußerst bescheidenen Verhältnissen und konnte nur die damals sehr unzulängliche Volksschulbildung genießen. In den Mußestunden seiner Buchbinderlehrzeit beschäftigte er sich so ausgiebig und erfolgreich mit chemischen und physikalischen Problemen, daß er bereits mit 22 Jahren Assistent des berühmten englischen Chemikers und Physikers Humphry Davy wurde, den er als Laborant auf seinen Reisen durch Europa begleitete, wobei er auch Ampère und Volta kennenlernte. Er arbeitete an Untersuchungen über die Legierungen des Eisens, an der Verflüssigung von Kohlensäure und Chlor, an der Darstellung isomerer Kohlenwasserstoffe und einer solchen von optischem Glas. Angeregt durch Davys Vorlesungen und durch seine Tätigkeit in dessen Laboratorium, entdeckte er 1821 die elektromagnetische Rotation, dann die galvanische und magnetische Induktion, die Selbstinduktion, die dielektrischen und diamagnetischen Erscheinungen, die Drehung der Polarisationsebene des Lichtes durch ein magnetisches Feld und die Grundgesetze der Elektrolyse („Faradayschen Gesetze"), im selben Jahre auf dem Gebiete der Chemie, daß sich Jod mit ölbildendem Gas (Äthylen) zu einer kristallisierenden Verbindung vereinigt, wenn man beide den Sonnenstrahlen aussetzt, und daß sich Kohlenstoffperchlorid unmittelbar aus Äthylen und Chlorgas darstellen läßt, wenn man das zuerst hierbei entstehende Öl mit überschüssigem Chlorgas den Sonnenstrahlen aussetzt. 1823 konnte er Chlorgas durch Druckerhöhung einerseits und Temperaturerniedrigung andererseits verflüssigen. Anläßlich des Versagens der Londoner Gaserzeugung entdeckte er 1825 im Leuchtgas das Benzol. 1827 wurde er Professor an der Royal Institution zu London und war außerdem von 1829 bis 1842 Lehrer an der Militärakademie in Woolwich. Er unternahm auch galvanische Versuche, führte die Bezeichnungen „Elektrolyt", „Elektrode", „Anode", „Katode" und „Ion" ein und zeigte 1830 die „Faradaysche Wunderscheibe", das „Lebensrad".

Er schuf weiter die Grundlagen sowohl der Wechselstrom- als auch der Starkstromtechnik, die für spätere Erfinder und Forscher die Basis für die Radiotechnik war. Durch seine Entdeckungen stellte er die Ansichten über das Wesen der Elektrizität auf eine völlig neue Grundlage, die zu einer Nahewirkungstheorie des elektrischen und magnetischen Feldes führten. 1831 entdeckte er die elektromagnetische Induktion, gab 1832 dem Gesetz der Elektrolyse eine Fassung, untersuchte 1833 die Wirkung des Magnetismus und entdeckte den Elektromagneten. Durch seine magnetischen Untersuchungen kam er zu der Erkenntnis, daß das Licht durch Magnetismus beeinflußt wird und daß alle Körper magnetische Eigenschaften haben, daß sie aber teils magnetisch, teils diamagnetisch sind. Er äußerte den Gedanken, daß Licht, Wärme und Elektrizität Erscheinungen derselben Naturkräfte seien, und veröffentlichte u. a. seine „Experimentaluntersuchungen über Elektrizität". 1834 stellte er das elektrolytische Gesetz auf, schuf hierzu das Voltameter, entdeckte den Diamagnetismus und 1835 den „Faradayschen Käfig", der später in der Radiotechnik in den Schirmgitterröhren, als innere Panzerung der Geräte und als Berührungsschutz benutzt wurde. 1838 studierte er die leuchtenden Gasentladungen (elektrische Leuchterscheinungen in stark verdünnten Gasen), bemerkte als erster das Farbenspiel mit zunehmendem Verdünnungsgrad, beobachtete als erster die Katodenstrahlung, führte den Begriff der Kraftlinien ein und verfolgte deren Weg mit Eisenfeilspänen auch im Raum. *Sch.-M.*



Ing. ROLAND SCHEUBNER

SPITZENSUPER

SABA Freiburg Automatic 7

Allgemeine Beschreibung des Gerätes

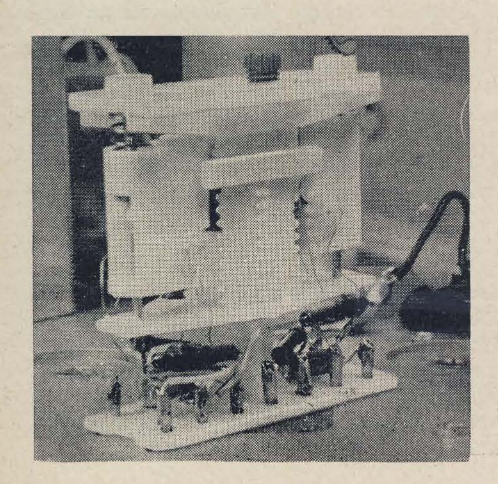
Das im folgenden beschriebene Gerät zählt nach seiner Empfindlichkeit, Klangqualität und dem Bedienungskomfort zu den Spitzenerzeugnissen der westdeutschen Empfängerproduktion. Die Auslegung des HF-Teiles FM und AM sowie die NF-Baueinheit gewährleisten eine maximale Empfindlichkeit und hervorragende Klangfülle.

UKW-Signalweg

Der UKW-Tuner ist mit zwei EC 92 bestückt. Die Vorstufe ist in Zwischenbasisschaltung ausgeführt und garantiert einen guten Rauschabstand. Als Besonderheit ist zu erwähnen, daß der Eingangskreis ebenfalls abstimmbar ist; die Baueinheit besitzt also ein Dreifachvariometer. Die ZF-Ausgangsspannung des Tuners gelangt über ein verlustarmes abgeschirmtes Kabel zum Gitter 1 der ECH 81. Der Zwischenfrequenzverstärker ist mit den Röhren EF 89 und EBF 89 bestückt und auf bestmöglichste Verstärkung und Selektion ausgelegt. Das nachfolgende Ratiofilter enthält innerhalb seines Abschirmbechers zwei Germaniumdioden, die in der bekannten Art geschaltet sind. Dieses Filter ist auf größte NF-Ausbeute und günstigste AM-Unterdrückung ausgelegt. Die niederfrequente Ausgangsspannung gelangt über ein De-Emphasisglied zum Lautstärkeregler. Dieser Regler ist mit drei Anzapfungen versehen und gewährleistet mit der nachfolgenden NF-Vorstufe und der Gegentakt-Ultralinearschaltung der Endstufe in Verbindung mit der Gegenkopplung ein physiologisch richtiges Klangbild.

AM-Signalweg

Das Eingangssignal bei AM führt über einen ZF-Sperrkreis sowie über eine induktive Antennenankopplung bei Kurzwelle und eine kapazitive Stromkopplung bei Mittel- und Langwelle zum Gitter 1 der ECH 81. Die Ferritantenne kann wahlweise eingeschaltet werden. Der nachfolgende ZF-Verstärker besitzt die SABA-MHG-Schaltung, die mit dem Höhenregler kombiniert ist. Die Regelung gestattet eine Bandbreiteveränderung von 3,2 kHz bis 6,5 kHz. Die erreichbare Selektion ist ausreichend. Der weitere Signalweg verläuft nach Gleichrichtung in der EB(F) 89 wie bei Stellung U.

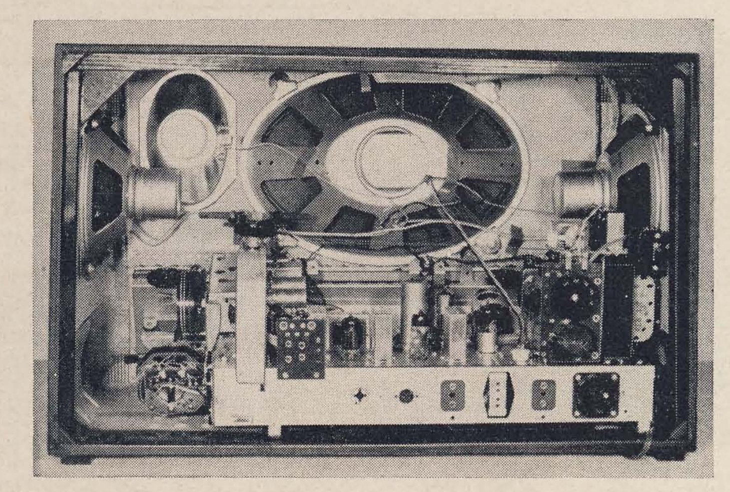


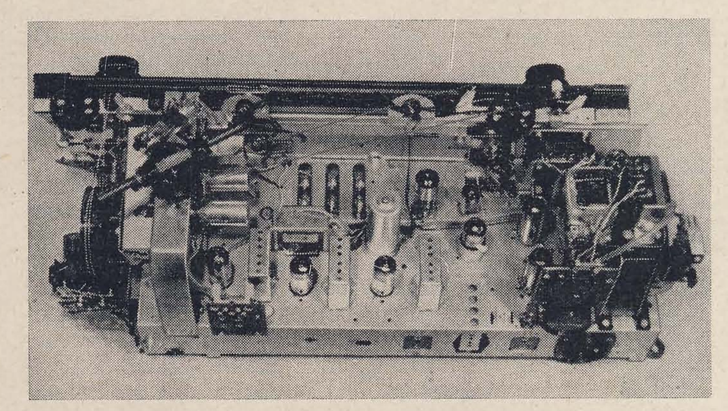
Kombinationsfilter AM/FM. Die Spulen sind in einer Spritz-Polystyrolmasse eingebettet. Besonders zu erwähnen ist die einstellbare Kopplung der AM- sowie FM-Kreise. Dieses Filter besitzt zwei eingebaute Germaniumdioden für den Ratiodetektor

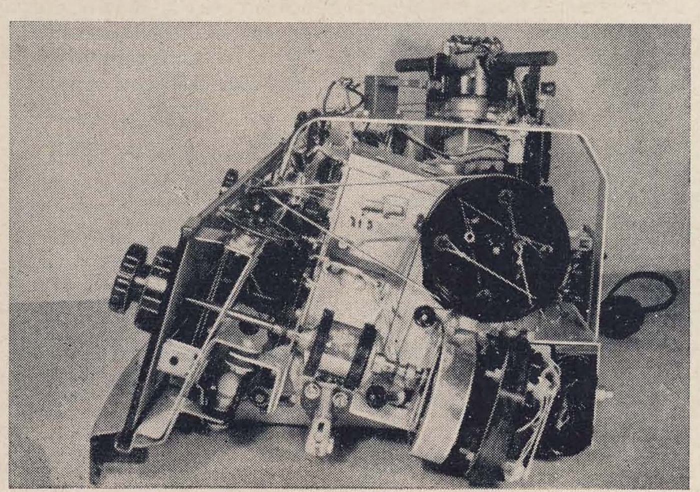
Von oben nach unten: Gesamtansicht des Gerätes von hinten

Chassisansicht von oben

Duplexantrieb des Gerätes in Verbindung mit dem Steuermotor. Oben sind die UKW-Einheit und die Ferritantenne zu sehen







S_1 Drucktastenaggregat (von unten)

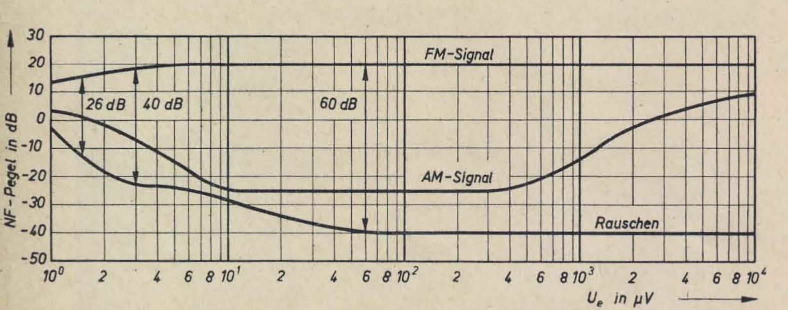
S_2 Netzschalter (am Relais)
S_3 Spannungswahlschalter am Netztrafo
S_4 Ferritantennenschalter
S_5 Endlagenschalter
S_6 Endlagenschalter
S_7 Netzschaltertaste (m. Stummt. S_{12} gek.)
S_8 Sprachtaste
S_9 Musiktaste
S_{10} Schalter an Fernsteuerbuchse
S_{11} Lautsprecherschalter
S_{12} Stummt. (m. Netztaste gekoppelt)
S_{13} Stummkont. an der Fallklappe von S_1

P_1 Lautstärkeregler
P_2 Höhenregler
P_3 Tiefenregler
P_4 Einstellregler

a = Arbeitskontakt
r = Ruhekontakt

Steuerverstärker

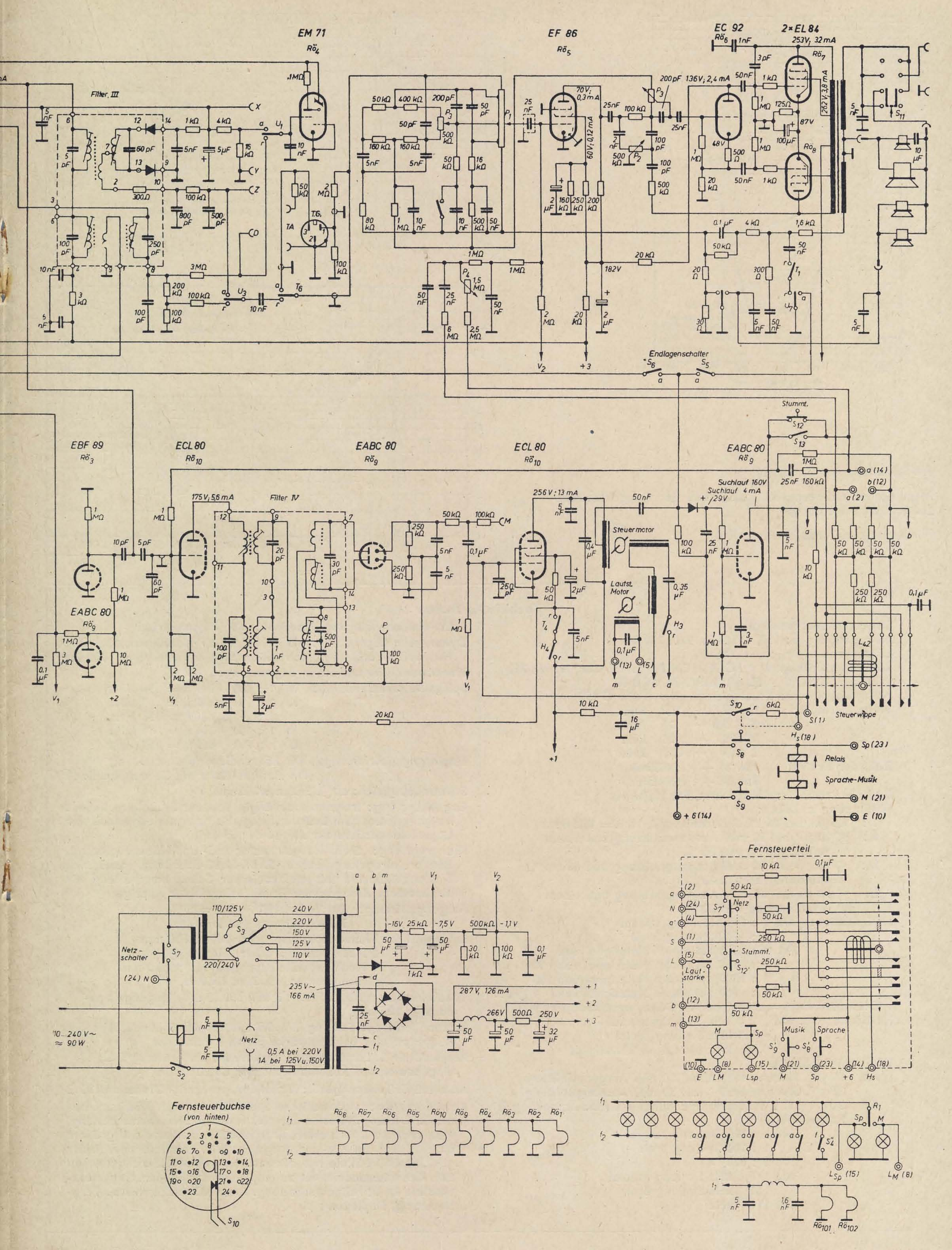
Der im nachfolgenden beschriebene Steuerverstärker ist mit den Röhren ECL 80, EABC 80 und einer zusätzlichen Diode (EBF 89) bestückt. Um eine exakte Sendereinstellung durchführen zu können, benötigt der vorhandene Steuermotor eine gewisse Nachstimmspannung. Diese wird einem Diskriminator entnommen, der so dimensioniert ist, daß er für beide Zwischenfrequenzen 460 kHz und 10,7 MHz wirksam ist, was durch Reihenschaltung der beiden Ankopplungswindungen sowie der Primärkreise erreicht wird, wobei die AM-Spulen bei FM-Betrieb durch Kondensatoren unwirksam werden. Am Demodulationspunkt wird nun über ein RC-Glied eine 50-Hz-Wechselspannung entnommen, die je nach Bedarf und Phase eine entsprechende Verstimmung bewirkt. Diese Steuerspannung wird in der nachfolgenden Pentode verstärkt und dem Steuerfeld des Motors, das im Anodenkreis der E(C)L 80 mit einem Kondensator von 0,4 μF auf Resonanz abgestimmt ist, zugeführt. Für die motorische Bewegung des Skalenzeigers und der entsprechenden Abstimmelemente wird die Steuerwippe im Fernbedienungsteil bzw. im Gerät durch Hand je nach der gewünschten auszuführenden Bewegung nach rechts oder links gedrückt, dabei wird dem Gitter der ECL 80 durch Schließen entsprechender Kontakte eine Wechselspannung, die dem Netzteil entnommen wird, zugeführt. Der Innenwiderstand dieser Spannungsquelle ist so niedrig gehalten, daß beim Überfahren der Sender keine Einwirkung auf den Diskriminator zu spüren ist. Um die Haftreibung des Steuermotors zu überwinden, wird das Steuerfeld des Motors dauernd vom Anodengleichstrom der Endröhre durchflossen, der zusätzlich mit dem Wechselstrom des Festfeldes überlagert ist, so daß die Teile vom Motor und Getriebe dauernd eine leichte Rüttelbewegung ausführen und die Haftreibung aufgehoben wird.

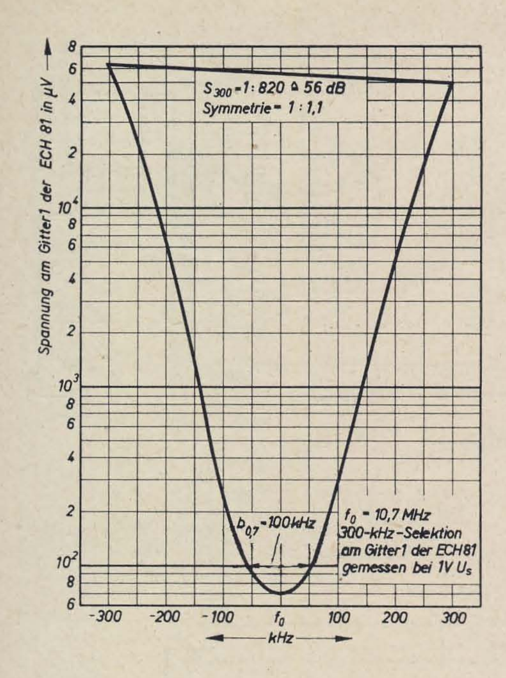


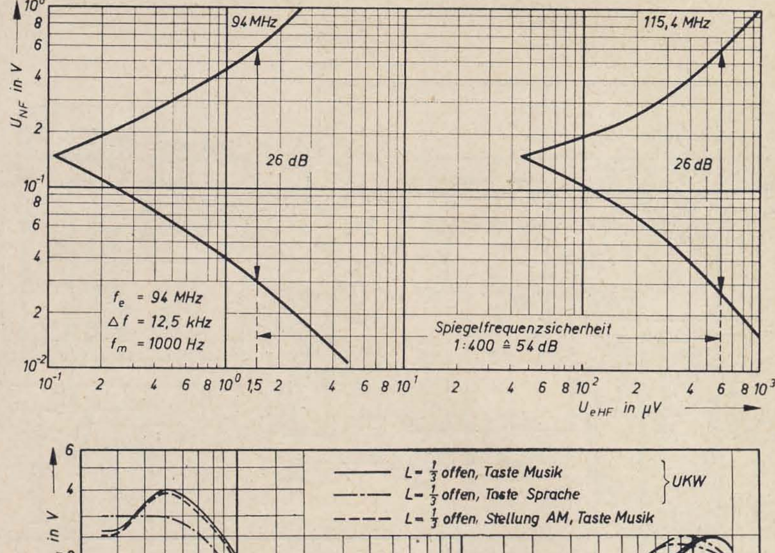
Empfindlichkeit und Rauschabstand. $f_e = 89$ MHz, $f_m = 1000$ Hz, FM $\Delta f = 12{,}5$ kHz. AM m = 30 %

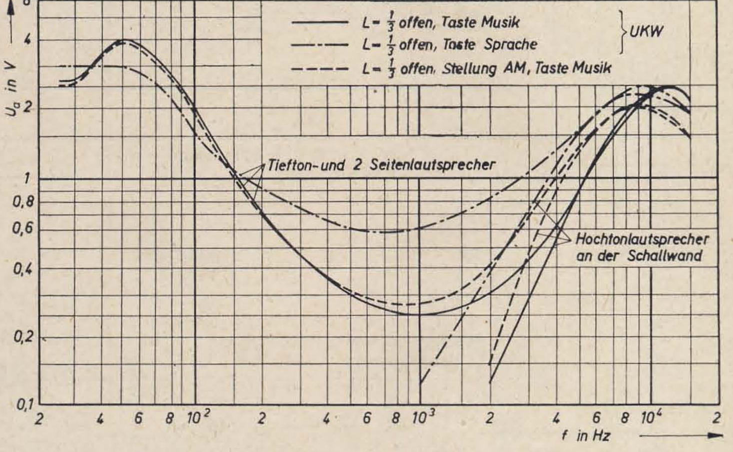
Fernsteuerteil

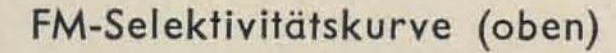
Im Fernsteuerteil, dessen Schaltung aus dem Schaltbild des Gerätes zu ersehen ist, sind folgende Bedienungseinrichtungen vorhanden: eine zweite Steuerwippe, ein Hebel zur Fernregelung des Lautstärkereglermotors sowie Tasten für Netzausschaltung und Sprach- und Musikschalter. Um den Empfänger mit Hilfe der Fernbedienung zum Verstummen zu bringen, genügt ein leichtes Eindrücken der Taste zur Netzausschaltung.











FM-Selektivitätskurve (oben)

Messung der Grenzempfindlichkeit und der Spiegelfrequenzsicherheit (rechts oben)

Niederfrequenzkurve (rechts unten)

Technische Daten

Stromart: Wechselstrom
Netzspannungen: 110, 125, 150, 220, 240 V
Leistungsaufnahme: etwa 90 W
Röhrenbestückung: 2 × EC 92, ECH 81, EF 89, EBF 89, EM 71, EF 86, EC 92, 2 × EL 84, EABC 80, ECL 80
Netzgleichrichter: Graetzgleichrichter B 250 C 150
Wellenbereiche: U 87 ··· 100 MHz
K 5,8 ··· 18,5 MHz
M 510 ··· 1620 kHz
L 145 ··· 350 kHz
Zahl der Kreise: AM 11 + 1 Hilfskreis
FM 14 + 1 Hilfskreis
Zwischenfrequenz: AM 460 kHz, FM 10,7 MHz
HF-Empfindlichkeiten:
U: 1,5 µV bei 26 dB Rauschabstand, Hub = 12,5 kHz
K: ≦ 10 µV bei 50 mW Ausgangsleistung und einem Modulationsgrad von 30 %
M: ≦ 10 µV bei 50 mW Ausgangsleistung und einem Modulationsgrad von 30 %
L: ≦ 10 µV bei 50 mW Ausgangsleistung und einem Modulationsgrad von 30 %
HF-Selektion: AM 1 : 1100 Stellung schmal
1 : 300 Stellung breit
FM 1 : 5000 bei einem Nutzsignal von 1,5 µV
1 : 2000 bei einem Nutzsignal von 10 µV
1 : 1000 bei einem Nutzsignal von 100 µV
1 : 100 bei einem Nutzsignal von 1 mV
Diese Messungen wurden nach der 2-Sendermethode durchgeführt
HF-Bandbreite: AM 3,2 kHz Stellung schmal
6,5 kHz Stellung breit
FM 110 kHz bei 1,5 µV Nutzsignal
ZF-Empfindlichkeiten:
AM 10 µV, Stellung schmal bei 50 mW Ausgangsleistung
35 µV, Stellung breit bei 50 mW Ausgangsleistung
FM 70 µV bei 1 V Summenspannung, die Anlaufspannung ist kompensiert,
AM 1 : 500 Stellung schmal
1 : 100 Stellung breit
FM 1 : 820
AM 6,4 kHz Stellung schmal
11 kHz Stellung breit
FM 110 kHz

UKW-Antenneneingangsimpedanz: 240 Ω symmetrisch
Dynamische Begrenzung: 45 dB bei 10 µV Nutzsignal, 12,5 kHz Hub auf FM und 30 % Modulationsgrad auf AM, f_m = 1000 Hz
Einsatzpunkt der statischen Begrenzung: 2 µV
Spiegelfrequenzselektion: U 1 : 400 bei f_e = 94 MHz
K 1 : 14,5 bei f_e = 7 MHz
1 : 1,5 bei f_e = 18 MHz
M 1 : 400 bei f_e = 1 MHz
L 1 : 450 bei f_e = 250 MHz
Empfangsgleichrichtung: AM Röhrendiodengleichrichtung
FM Ratiodetektor mit Germaniumdiode
Schwundausgleich: auf 2 Stufen wirksam
Gegenkopplung: frequenzunabhängig von der Sekundärseite des Ausgangstrafos zum Lautstärkeregler sowie von der Anode der Gegentaktendröhre zur Anode der EF 86
Klangregelung: Stufenlos getrennter Baß- und Höhenregler mit Bandbreiteregelung durch SABA-MHG-Schaltung, zusätzlich 2 Klangbildtasten mit elektronischer Schnellumschaltung für abstimmbare Klangautomatik mit beleuchteter Anzeige
Ausgangsleistung: 8 W bei 1000 Hz, k = 5 %
7,5 W bei 60 Hz, k = 7 %
Lautsprecher: Tieftonovallautsprecher 240 × 350 mm
2 Hochtonlautsprecher 200 mm ∅
1 Hochtonovallautsprecher 115 × 170 mm
Gesamtmembranefläche 1560 cm²
Tonabnehmerempfindlichkeit: 7 mV bei 50 mV, Eingangsimpedanz ≧ 100 kΩ
Brummspannung: Stellung TA, 0,7 mV an der Sekundärseite des Ausgangstrafos bei Lautstärke gleich 0 gemessen
Anschluß für 2. Lautsprecher: vorhanden, niederohmig 5 Ω, eingebauter und Außenlautsprecher abschaltbar
Anschluß für Tonbandgerät: vorhanden, genormter Diodenanschluß
Besonderheiten: Automatische Senderwahl durch Abstimmautomatik, 2 Klangbildtasten für elektronische Schnellumschaltung, 9 beleuchtete Drucktasten, drehbare Ferritantenne mit grünem Leuchtsignal, bei ein- und ausgeschalteter Ferritantenne, linear geeichte UKW-Skala mit auswechselbaren Markierungszeichen zum Kenntlichmachen der zu empfangenden Sender. Gegentaktendstufe in Ultralinearschaltung. Anschluß elektronische Fernsteuerung, Duplexantrieb



ERICH KIRSCHNEREIT, VEB Funkwerk Halle

Reisesuper Typ 4 D 65 „SYLVA“

Der Wunsch vieler war und ist es immer noch, ein leichtes, leistungsfähiges und formschönes Reisegerät zu besitzen, das außerdem einen möglichst niedrigen Betriebskostenpreis gewährleistet. Der VEB Funkwerk Halle hat nun seine Entwicklungen hinsichtlich des Reisesupers Typ 4 D 65 „Sylva“ abgeschlossen und bringt dieses Gerät endlich in den Handel. Der folgende Beitrag hat den Zweck, unsere Leser mit der Schaltung und deren Einzelheiten bekanntzumachen.

Schaltungstechnik und elektrische Eigenschaften

Es wurde, um die geforderte hohe Leistung sicherzustellen, eine sechskreisige Superhetschaltung unter Verwendung einer Ferritantenne gewählt. Bis auf die Endröhre ist das Gerät mit der 191er Serie bestückt, da die 96er Serie in der DDR zur Zeit der Entwicklung noch nicht greifbar war. Der Verbrauch der Röhren ist, abgesehen vom Heizstrom, nicht wesentlich höher und konnte so den Anodenstromverbrauch des gesamten Gerätes nicht ungünstig beeinflussen. Bei den Bauelementen wurde auf die kleinstmöglichen Ausführungen zurückgegriffen.

Eingangs- und Mischstufe

Als Eingangsröhre wurde eine Pentodenmischstufe mit der DF 96 bzw. DF 191 verwendet, als Antenne ein Ferritstab 8 × 160 mm, auf dem die gesamten Kreisinduktivitäten untergebracht sind. Außerdem befindet sich in der Mitte des Stabes die Ankoppelspule für die Zusatzantenne, die in Ermangelung eines Gegengewichtes nur bei Netzbetrieb voll wirksam werden kann; es sei denn, man legt außer der Zusatzantenne noch eine Erdleitung an die Beschlagteile des Gehäuses. Der große Vorteil der Ferritantenne besteht bekanntlich darin, sehr hohe Vorkreisgüten zu erhalten. Diese Tatsache wirkt sich auf die Empfindlichkeit und Trennschärfe des Gerätes sehr günstig aus. So beträgt die Kreisgüte des Vorkreises, trotz der unmittelbaren Nähe der Metallteile des Chassis, im eingebauten Zustand etwa Q = 100. Zur Erhöhung des Resonanzwiderstandes wurde ein Spezialdrehkondensator mit einer Endkapazität von etwa 380 pF benutzt. Diese Eingangsschaltung gewährleistet eine für das Koffergerät relativ hohe Empfindlichkeit und Selektion. Der Eingangskreis wird über die Kapazität von 40 pF an das Steuergitter der Mischröhre angekoppelt. Der Oszillatorkreis liegt über eine Kapazität von 8000 pF am Schirmgitter und wird durch die Rückkopplungsspule in der Zuleitung zum Anodenkreis des Bandfilters erregt.

Im Zusammenhang mit dem Drehkondensator mußte man beachten, daß die Schalt- und Spulenkapazitäten so niedrig wie möglich gehalten werden, um den gewünschten Variationsbereich des Drehkondensators zu erhalten. Damit diese Schalt- und Spulenkapazitäten die vorgesehenen Werte beibehalten, wurden alle Lötstellen an Stützpunkte bzw. Lötösen gelegt. Vorkreis und Oszillator können durch den auf dem Drehkondensator montierten Wellenschalter auf Mittel- und Langwelle umgeschaltet werden.

Interessant ist bei dieser Mischstufe noch die Oszillatorschaltung. Bei flüchtiger Betrachtung des Schaltbildes erscheint es so, als ob die DF 191 mit Katode, Schirmgitter, Anode und dem Oszillatorkreis als Triode schwingt. Überbrückt man jedoch den Gitterableitwiderstand R_1 durch eine große Kapazität, hört der Oszillator auf zu schwingen. Es handelt sich hier also tatsächlich um eine Pentodenschwingstufe. Lediglich die Spannung der Rückkopplungsspule wird nicht direkt auf das Steuergitter durch eine Kapazität übertragen, sondern durch den inneren Spannungsteiler, der durch Schirmgitter, Steuergitter und Katode gebildet wird. Die in der Röhre entstehende Zwischenfrequenz gelangt sodann auf das erste Bandfilter, das auf die Zwischenfrequenz von 468 kHz abgestimmt ist. Mit den bisher in der DDR verwendeten Kleinbandfiltern war es nicht möglich, ein Gerät mit hoher Empfindlichkeit zu schaffen. Durch Verwendung von Ballustradenstäben aus Manifer wurde nun das Streufeld der Spule so verringert, daß es möglich war, ohne Verschlechterung der Güte die Abmessung der Abschirmkappe und des Filters sehr gering zu halten, und es gelang, Filter mit einer Kreisgüte von etwa 150 zu fertigen. Die Zwischenfrequenzstufe weist außer den beschriebenen Filtern keinerlei Besonderheiten auf. Die in der zweiten DF 191 verstärkte Zwischenfrequenz wird nun durch die Diode der DAF 191 gleichgerichtet und an deren Arbeitswiderstand gleichzeitig die entstandene NF- sowie die Regelspannung für die Zwischenfrequenzröhre abgenommen. Um den sehr stark streuenden Innenwiderstand der Diode weitgehend zu kompensieren, wird der Arbeitswiderstand nicht an Masse, sondern an Plus Heizung gelegt.

Technische Daten

Heizspannung:	≈	1,4	V
Heizstrom:		0,2	A
Anodenspannung:		85	V
Anodenstrom:	≈	10	mA
Empfindlichkeit für 50 mW Ausgangsleistung sekundär			
NF-Empfindlichkeit			
Gitter I Röhre 4:	≦	2,1	V
Gitter I Röhre 3:	≦	50	mV
ZF-Empfindlichkeit			
Gitter I Röhre 2:	≦	3,5	mV
Gitter I Röhre 1:	≦	100	µV
HF-Empfindlichkeit an Antennenbuchse über Normalkunstantenne gemessen:	≦	50	µV

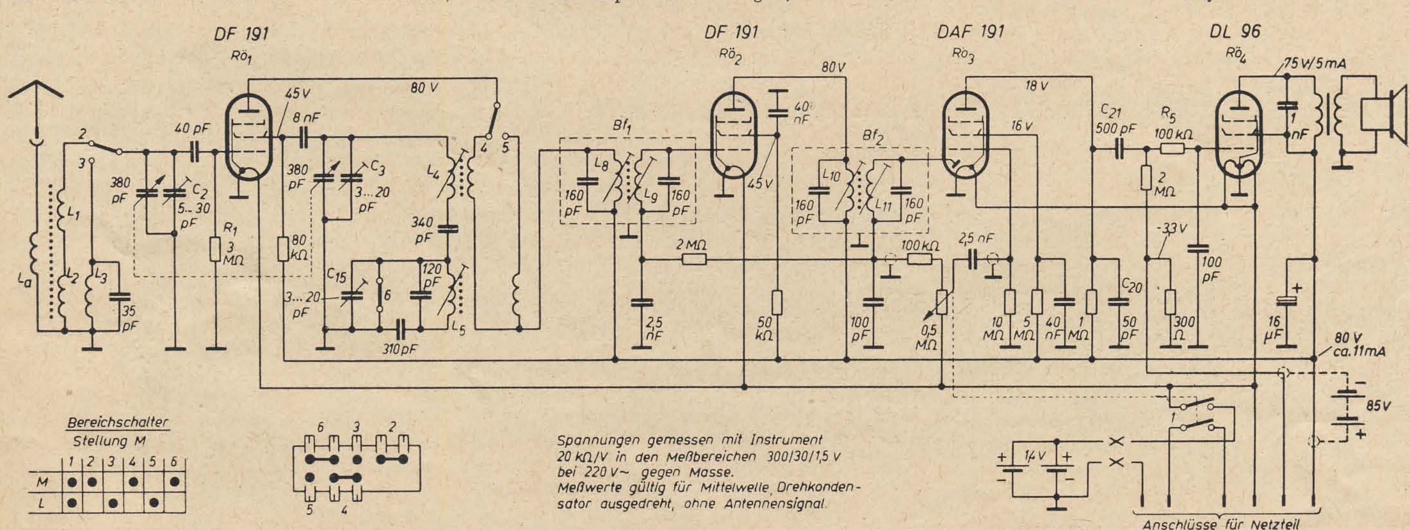


Bild 1: Schaltbild des „Sylva“

NF-Verstärker und Endstufe

In der NF-Stufe (Pentodensystem der DAF 191) wurde die Verstärkung so hoch wie möglich getrieben, ohne die Betriebssicherheit (Röhrenklingen) zu gefährden. Die restliche HF wird durch den Kondensator C_{20} abgeleitet und die verstärkte NF über den Kondensator C_{21} und den Siebwiderstand R_5 dem Gitter der Endröhre zugeleitet. Die größte Schwierigkeit bei Kleinstkoffergeräten besteht im Aufbau der Endstufe, da man hier um jeden Millimeter Platz ringen muß. Deshalb konnten Ausgangsübertrager der üblichen Art nicht benutzt werden. Es wurde daher auch hier nach einer neuen Lösung gesucht, die sich durch das Verwenden eines Übertragers mit Ferritkern ergab. Trotz der Kleinheit dieses Trafos (30 × 30 mm) wird die hohe Endleistung von 100 bis 110 mW bei 10% Klirrfaktor an der Schwingspule des Lautsprechers erzielt. Als Lautsprecher wurde ein vom VEB Stern-Radio Berlin gefertigter Kleinlautsprecher Typ P 65 mit Alnico-Magnet verwendet. Leistung und Klang des Gerätes sind bei Vorhandensein aller übrigen Voraussetzungen letzthin nur noch vom Wirkungsgrad des Lautsprechers abhängig. Aus den Erfahrungen mit Kleinstlautsprechern mußte festgestellt werden, daß in der DDR auf diesem Gebiet noch eine erhebliche Arbeit zu leisten ist.

Stromversorgung

Das Gerät ist außer für Batteriebetrieb auch noch für Wechselstrombetrieb geeignet. Als Anodenbatterie dient die bereits bekannte 85-V-Batterie BP 1829 nach DIN 40850 bzw. 40851 des VEB Berliner Batterie- und Elementenfabrik, als Heizbatterie die überall erhältliche 1,5-V-Monozelle, die ursprünglich nicht für diesen Zweck gedacht war. Es ist nur zu hoffen, daß die Spezialheizzelle möglichst schnell auf unserem Markt erscheint. Am Lichtnetz wird das Gerät mittels eines einsteckbaren Netzteiles durch Herausnahme der Anodenbatterie betrieben, indem man in den frei werdenden Raum den Netzteil so einführt, daß die sichtbare Messerleiste auf die im Gerät befindliche Steckerleiste aufgeschoben wird. Irgendeine Umschaltung ist nicht erforderlich. Hat man sich vorher von der richtigen Einstellung der Spannung überzeugt, kann man den Netzstecker in die Steckdose einführen, und das Gerät ist betriebsbereit.

Die reine Wechselstromausführung wurde deshalb gewählt, weil in der Vergangenheit die Erfahrung mit Allstromgeräten sehr schlecht war, da die unterschiedlichen Heizfäden nicht die Gleichmäßigkeit hinsichtlich der Stromaufnahme brachten, wie diese für Serienheizung erforderlich ist. Außerdem würden Allstromnetzteile eine derartige Wärme entwickeln, daß ein Unterbringen innerhalb des Gerätes sich verbietet. Der Batteriestromverbrauch des Gerätes ist jedoch so, daß diese Maßnahme für den Hörer in den wenigen Gleichstromgebieten der DDR durchaus erträglich bleibt. Unbedingt zu beachten ist, daß die Monozellen auch bei Netzbetrieb in ihrer Halterung verbleiben, da sie gleichzeitig zur Heizstromsiebung herangezogen werden. Aus diesem Grunde dürfen auch bei Netzbetrieb völlig entladene Monozellen nicht im Gerät verwendet werden. Die Entladung der Monozellen macht sich bei Netzbetrieb durch starkes Brummen bemerkbar. Der Netzteil selbst ist in einem Kunststoffgehäuse untergebracht, um möglichst jede Schlußgefahr zu vermeiden und darüber hinaus Material zu sparen. Er enthält zwei Gleichrichter, davon einen Kleinstgleichrichter in Graetzschaltung zur Gleichrichtung des Anodenstromes sowie einen in Einwegschaltung für den Heizstrom. Kondensatoren von 16 μF dienen zur Siebung im Anodenzweig und ein 500-μF-Elko für den Heizstromkreis. Das Netzgerät ist durch einfaches Umstecken der Sicherung für Spannungen von 110 und 220 V umschaltbar.

Inbetriebnahme und Leistung

Zur Inbetriebnahme des Gerätes schließt man die Anodenbatterie mittels der Druckknopflasche an. In die Batteriewanne werden zwei Monozellen derart eingesetzt, daß der Pluspol (Messingkontakt) in den in der Mitte der Wanne befindlichen Messingkegel zu liegen kommt.

Danach kann der Boden des Gerätes wieder geschlossen werden. Hierbei ist jedoch zu beachten, daß die Bodenfeder richtig einrastet, um einen sicheren Verschluß des Gerätes zu gewährleisten. Durch Drehen der linken Rändelscheibe nach außen wird das Gerät eingeschaltet und ist nun betriebsbereit. Die rechte Rändelscheibe dient zur Einstellung der Sender, an der Rückseite des Deckels befindet sich der Wellenschalter. Weitere Bedienungselemente sind nicht vorhanden. Bei Netzbetrieb ist zu beachten, daß die nunmehr frei gewordene Anodenbatteriedruckknopflasche durch den Gummiüberzug geschützt werden muß, da die Druckknöpfe auch bei Netzbetrieb Spannung führen. Die Empfangsleistung des Gerätes entspricht der durchschnittlichen eines normalen 6-Kreis-Supers, wenn unter gleichen Bedingungen (Außenantenne) empfangen wird. Die Trennschärfe kann durch Drehen des Gehäuses in Richtung des Senders wesentlich erhöht werden. Diese Tatsache wird bei den derzeitigen Frequenzverhältnissen, zumindest bei Abendempfang, wohltuend empfunden.

Das sehr geschmackvolle und moderne Gehäuse ist gegen Witterungseinflüsse unempfindlich. Es erübrigt sich daher die generelle Verwendung einer Schutztasche. Lediglich für rauhe Behandlungsbedingungen wäre eine solche angebracht, um die hochglanzeloxierten Beschlagteile vor Beschädigungen zu schützen. Wie bereits die große Nachfrage und der rege Zuspruch gezeigt hat, war das Erscheinen dieses Reisegerätes ein dringendes Bedürfnis, und darüber hinaus wurde der Rückstand gegenüber dem Ausland an Klein-Reisegeräten wesentlich verringert.

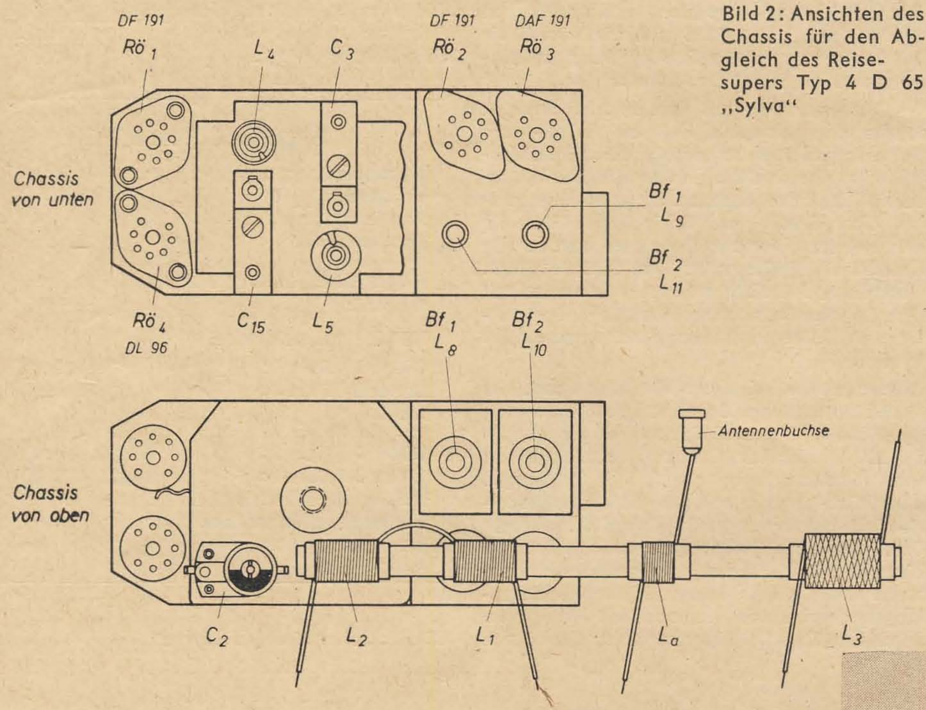


Bild 2: Ansichten des Chassis für den Abgleich des Reisesupers Typ 4 D 65 „Sylva"

Bild 3: Ansicht des Chassis von oben ▼

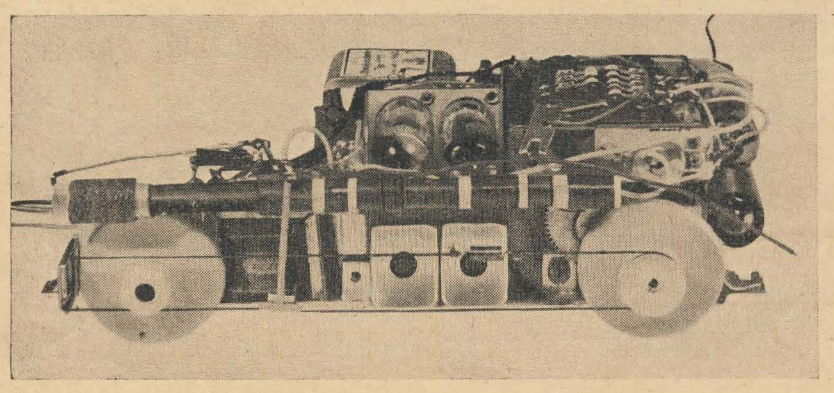
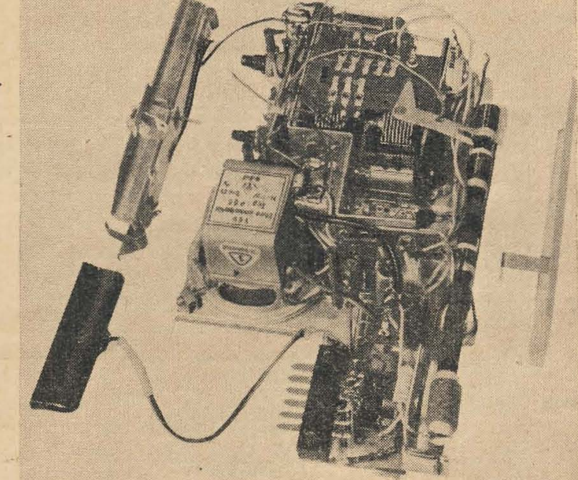


Bild 4: Rückansicht des Gerätes ▶



WERNER TAEGER

Interessante elektroakustische Geräte

Um auf einfache Weise Nachhalleffekte zu erzeugen, hat das Rundfunktechnische Institut (RTI), Nürnberg, ein Nachhallerzeugungsgerät entwickelt, das von der Firma Elektromeßtechnik W. Franz KG, Lahr/Baden, unter der Typenbezeichnung EMT 140 hergestellt wird. Das Prinzip ist denkbar einfach: Eine große, dünne dämpfungsarm aufgehängte Stahlplatte wird durch ein Erregersystem in Biegeschwingungen versetzt. Die eigentliche Dämpfung der Platte, durch die ihre Nachhallzeit nach oben begrenzt wird, besteht in der Schallabstrahlung. Bedingt durch die zweidimensionale Ausbreitung der Biegewellen und ihre geringe Geschwindigkeit, ergibt sich bei der gewählten Fläche und Dicke der Platte eine Dichte der Spektren, die bei tiefen Frequenzen wesentlich größer als bei Nachhallräumen normaler Größe und bei mittleren und hohen Frequenzen so groß wie bei diesen ist.

Die Biegeschwingungen der Platte werden durch ein Körperschallmikrofon aufgenommen, über einen mit dem Aufsprechverstärker des Bandgerätes kombinierten Wiedergabeverstärker verstärkt und mit geeignetem Pegel zusätzlich in den Modulationskanal eingespeist. Dadurch, daß man der schwingenden Metallplatte eine poröse Dämpfungsplatte mehr oder weniger nähert, kann man die Dämpfung der Anordnung in weiten Grenzen ändern und die Nachhallzeit variieren. Das Nachhallerzeugungsgerät ist durch die verminderte Schallabstrahlung und -aufnahme, einen geschlossenen Kasten und eine gute Körperschalldämmung gegen jeden Störschall unempfindlich und strahlt nach außen so wenig ab, daß ohne weiteres mehrere Geräte bei geringem Platzbedarf nebeneinander aufgestellt werden können.

Die Stahlplatte hat eine Größe von 1 × 2 m, auf ihr ist das dynamische Erregersystem sowie das piezoelektrische Körperschallmikrofon als Abnahmesystem aufgeschweißt. Die Platte ist in einem massiven, gegen Körperschall isolierten Rohrrahmen durch Zugschrauben und Stahldrähte fest, jedoch schwingungsfähig und dämpfungsarm eingespannt. Die erwähnte Dämpfungsplatte zur Einstellung der geforderten Nachhallzeit hat ebenfalls die Abmessungen 1 × 2 m. Die gesamte Einrichtung einschließlich des zugehörigen Verstärkers für den Anschluß von Erreger- und Abnahmesystem ist in ein massives Holzgehäuse eingebaut.

Im Frequenzbereich zwischen 30 und 12000 Hz ergibt sich eine verzerrungsfreie Wiedergabe ohne Verfälschung des Klangbildes. Die Eingangs- und die Ausgangsspannung betragen je 1,55 V. Die Nachhallzeit kann von Hand kontinuierlich zwischen 1,2 und 6 s eingestellt werden.

Das Nachhallerzeugungsgerät dient besonders im Rundfunk-, Fernseh-, Film- und Schallplattenstudiobetrieb als Ersatz von Hallräumen. Es ergeben sich folgende Möglichkeiten: akustische Darstellung von großen Sälen, Fabrikhallen, Kirchen, Gewölben usw., Aufnahme von Unterhaltungs- und Tanzmusik mit getrennter Verhallung einzelner Klangkörper, Verbesserung der Klangwirkung von symphonischer Musik oder ernster, getragener Kirchenmusik, die für die Aufführung in halligen Räumen geschrieben ist, aber in Studios mit geringer Nachhallzeit aufgenommen werden soll.

Unter der Typenbezeichnung EMT 203 stellt die Firma Elektromeßtechnik W. Franz ein Magnetton-Betriebsmeßgerät zur betriebsmäßigen Wartung aller Arten von Magnettongeräten her. Das Gerät mit seinen Zubehörteilen gestattet:

- Messung der tonfrequenten und hochfrequenten Ströme im Aufnahme- und Löschkopf, ohne daß diese sich gegenseitig beeinflussen. Dadurch ist die günstigste Arbeitspunkteinstellung für die jeweils verwendete Tonträgerart möglich;
- Prüfung der Verstärkung und des Frequenzganges des Wiedergabeverstärkers;
- Prüfung des Wiedergabekopfes.

Das Gerät kann in allen Anlagen mit allen Bandgeschwindigkeiten mit oder ohne Perforation verwendet werden. Es ermöglicht die Überwachung von Einspur-, Halbspur- und Mehrkanalanlagen. Für die betriebliche Einpegelung ist die Verwendung von Testbändern nicht mehr nötig. Testbänder werden nur noch gebraucht, um die richtige Spaltrichtung der Köpfe einzustellen.

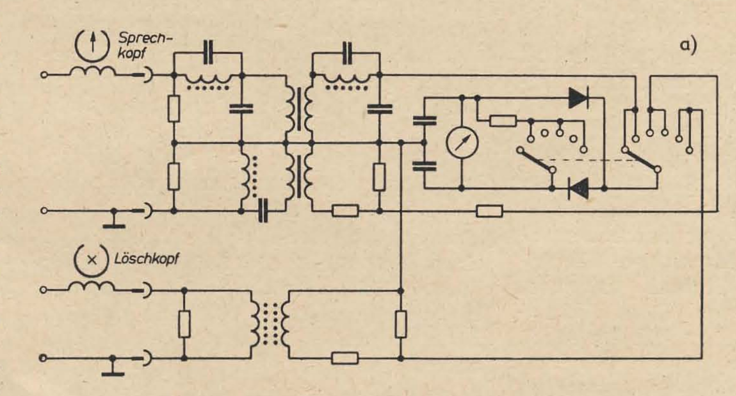
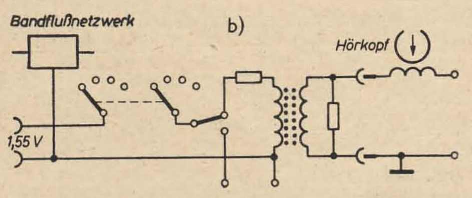


Bild 1: Prinzipschaltung des Magnetton-Betriebsmeßgerätes EMT 203
a) Kopfstrommeßteil
b) Einpegelteil



Das Gerät EMT 203 gestattet demnach, den elektrischen Teil der Magnettongeräte in einfacher Form zu überwachen.

Das Gerät, dessen Prinzipschaltung Bild 1 zeigt, gliedert sich in zwei Teile:

1. Kopfstrommeßteil,
2. Einpegelteil, bestehend aus Bandflußnetzwerk mit induktiver oder galvanischer Einspeisung in den Wiedergabekanal.

Der Kopfstrommeßteil gestattet das Messen der tonfrequenten Modulationsströme zwischen 0,5 und 10 mA im Frequenzbereich zwischen 30 und 20000 Hz, der hochfrequenten Vormagnetisierungsströme zwischen 2 und 30 mA im Frequenzbereich 40 bis 200 kHz sowie der hochfrequenten Löschströme zwischen 20 und 300 mA im Frequenzbereich 10 bis 100 kHz. Für jede Meßart sind zwei Bereiche vorgesehen. Die Strommessungen erfolgen durch Einschaltung niederohmiger Widerstände in die erdseitigen Kopfanschlüsse und Auswertung der an diesen auftretenden Spannungsabfälle. Zwecks Anpassung an das Meßinstrument sind geeignete Wandler eingeschaltet. Da betrieblich niederfrequenter Modulationsstrom und hochfrequenter Trägerstrom einander überlagert sind, werden als Trennfilter ein Tiefpaß für Frequenzen unterhalb 20 kHz und ein Hochpaß für Frequenzen oberhalb 40 kHz vorgesehen.

Der Einpegelteil gestattet die exakte Einmessung des Wiedergabekanals. Der Aufsprechkanal wird nach erfolgter Einpegelung des Wiedergabekanals mit der betrieblich verwendeten Bandsorte überprüft. Die Einmessung des Wiedergabeteils geschieht unter Zuhilfenahme eines für die üblichen Bandgeschwindigkeiten umschaltbaren Netzwerkes, in dem die entsprechenden gegenläufigen Frequenzgänge dargestellt werden und zusätzlich die wellenlängenabhängigen Abtasteigenschaften der Hörköpfe berücksichtigt sind, wobei für die Bandgeschwindigkeiten 76 und 38 cm/s eine Spaltbreite von 10 μ und für 19 und 9,5 cm/s eine Spaltbreite von 5 μ zugrunde gelegt ist. Beim Anlegen einer frequenzkonstanten Eingangsspannung von 1,55 V entstehen am Ausgang die im Bild 2 dargestellten Frequenzgänge, die dem von den entsprechenden Bezugsbändern in einem Hörkopf induzierten Fluß entsprechen.

Zur Messung des Wiedergabekanals mit induktiver Einspeisung wird an den Ausgang des Bandflußnetzwerkes die als Zubehör lieferbare Einspeisespule geschaltet

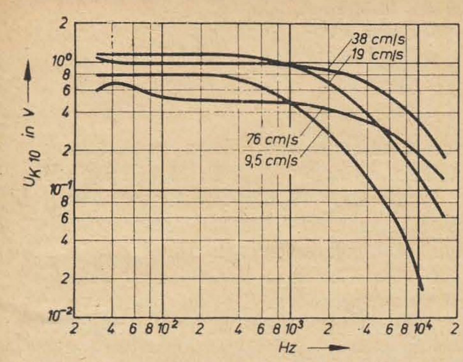


Bild 2a: Ausgangsspannung des Bandflußnetzwerkes an 350 Ω Belastung bei frequenzkonstanter Eingangsspannung von 1,55 V

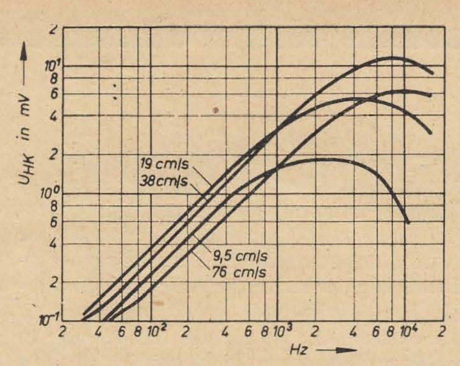


Bild 2b: Ersatz-Hörkopf-EMK des Bandflußnetzwerkes bei galvanischer Einspeisung und Eingangsspannung von 1,55 V

und vor den Spalt des Wiedergabekopfes geschoben, wodurch im Hörkopf eine EMK induziert wird. Zur galvanischen Einspeisung einer Hörkopf-Ersatz-EMK ist am Ausgang des Bandflußnetzwerkes ein in Serie mit einem Widerstand liegender Übertrager vorgesehen, an dessen Sekundärseite eine EMK entsteht, die gleich der ist, die vom Frequenzgangteil des entsprechenden Bezugsbandes in einem Hörkopf mittlerer Empfindlichkeit erzeugt wird. Durch Vergleich der bei induktiver und galvanischer Einspeisung erzielten Ausgangsspannungen (unter Berücksichtigung des Unterschiedes von 10 dB für erstere) ergibt sich ein Maß für die Empfindlichkeit des verwendeten Hörkopfes.

Das obenerwähnte Bandflußnetzwerk hat eine Eingangsimpedanz von 350 Ω. Der Frequenzgang des Netzwerkes entspricht der CCIR-Empfehlung Nr. 135 und berücksichtigt die wellenlängenabhängigen Abtasteigenschaften studioüblicher Abhörköpfe. Ferner ist für Wirbelstromverluste eine Korrektur von 0,7 dB bei 15 kHz und eine weitere, bei tiefsten Frequenzen wirksame, für Abschirmverluste vorgesehen.

Ein weiteres Gerät aus der Produktion der Elektromeßtechnik KG ist der Tonschwankungsmesser EMT 418, der zur Messung von Frequenz- und Amplitudenstörmodulationen, wie sie durch Unvollkommenheiten von Magnetton-, Nadelton- und Lichtton-Geräten auftreten, dient. Da diese unerwünschten Modulationen stark störend sind, wurden durch Normungen zulässige Höchstwerte festgelegt, die unbedingt eingehalten werden müssen.

Die Frequenzmodulation wird als prozentualer Anteil der Frequenzausweichung von einer Trägermittenfrequenz definiert. Zumeist werden die Spitzen-Spitzen-Werte, seltener die Effektivwerte zugrunde gelegt. Das Gerät EMT 418 zeigt daher die Spitzenwerte in $‰_{ss}$ an. Eine Umrechnung in Effektivwerte ist nur bedingt durchführbar, da die Kurvenform der Störmodulation zumeist stark verzerrt ist. Annäherungsmäßig sind die Anzeigen des Gerätes durch den Faktor $2\sqrt{2} = 2{,}8$ zu dividieren, um sie auf den Effektivwert zu reduzieren. Gute Abspielgeräte haben Tonhöhenschwankungen um $0{,}1\,‰_{ss}$, mittlere Geräte liegen noch unterhalb $1\,‰_{ss}$, während einfachste Geräte, wie Diktafone und dergleichen, um $5\,‰_{ss}$ aufweisen. Das Ohr empfindet Tonhöhenschwankungen nicht absolut, sondern bewertet sie nach einem Frequenzmaßstab, der wiederum von der Art des Hörens abhängig ist. Sehr langsame Frequenzänderungen (< 1 Hz, Schlupf) beanspruchen nur das Erinnerungsvermögen des Ohres. Bei mittleren Modulationsfrequenzen (1 bis 4 Hz) ist die höchste Ohrempfindlichkeit gegeben, während oberhalb 4 Hz der Störeindruck mit Werten zwischen 3 und 6 dB für jede Oktave abnimmt. Sehr tiefe Störfrequenzen werden daher nur von Beobachtern mit absolutem Gehör wahrgenommen. Mittlere Störfrequenzen ergeben sehr unangenehme Störeindrücke, starke höherfrequente Anteile führen aber zu einer Rauhigkeit der Wiedergabe, die den Klangeindruck u. U. erheblich verfälscht.

Das Gerät EMT 418 gestattet einmal die Absolutmessung der Tonhöhenschwankung und zum anderen, da letzten Endes der subjektive Eindruck maßgebend ist, eine Bewertung nach der vorbeschriebenen ohrgemäßen Korrektur. Hierbei ist oberhalb 4 Hz ein Abfall von 3 dB zugrunde gelegt. Aus der Frequenz und Kurvenform der Schwankung kann leicht auf die Entstehungsursachen geschlossen und damit geeignete Wege für die Fehlerbeseitigung eingeschlagen werden. Ein Beispiel soll das zeigen:

Eine Schallplatten-Abspielmaschine habe einen Motor mit $n = 1500$ U/min, der über ein Reibrad mit $n_1 = 300$ U/min den Plattenteller mit $n_2 = 78$ U/min antreibt. Die entsprechenden Frequenzen (auf s umgerechnet) sind $n = 1500/60 = 25$ Hz, $n_1 = 300/60 = 5$ Hz und $n_2 = 78/60 = 1{,}3$ Hz. Störungen mit 1,3 Hz müssen dann im Plattenteller, solche mit 5 Hz Anteilen im Zwischenrad und solche mit 25 Hz im Motor begründet liegen. Treten zusätzlich Störungen mit 50 Hz Anteilen auf, so lassen diese auf eine Vibration des Motors (doppelte Frequenz durch Ummagnetisierung) schließen. Ist der Störungsverlauf sinusförmig, so läßt sich eine Exzentrizität vermuten; wird er mit den vorgenannten Frequenzen jedoch nur angestoßen, so dürften Lagerfehler die Störursache bilden.

Das Gerät verwendet als Meßfrequenz den international gebräuchlichen Wert von 3 kHz, der um $\pm 4\%$ vom Sollwert abweichen darf. Ein entsprechender Tonträger mit möglichst geringem Eigenfehler muß also zur Verfügung stehen.

Die Messung der Frequenz- und Amplitudenstörmodulation erfolgt mit direkter Anzeige des doppelten Spitzenwertes an einem Meßinstrument mit mehreren Bereichen. In das Gerät ist eine Katodenstrahlröhre eingebaut, die die Beobachtung der Kurvenform der Störung ermöglicht. Die Kippfrequenz des Oszillografen ist in zwei feste Stufen von 1 und 5 Hz und in 5 kontinuierlich regelbare Stufen von 0,2 bis 30 Hz einstellbar. Ein auf 98 Hz (als Mittelwert zwischen doppelter Netz- und Perforationsfrequenz), 25, 12,5 und 6,25 Hz umschaltbares Filter gestattet, entweder diese diskreten Frequenzen aus der Gesamtanzeige herauszusieben, oder aber nur diese Frequenzanteile, unabhängig vom Frequenzband der sonstigen Störungen, zu vermessen. Weiter sind zwei Schlupffilter als Tiefpässe vorgesehen, deren Grenzfrequenz 0,5 bzw. 1,5 Hz betragen. Die erste Stellung wird zur Schlupfmessung an Tonbandgeräten, die zweite zur Messung der Rumpelgeräusche von Schallplattengeräten benötigt. Ein weiteres Filter gestattet die gehörrichtige Bewertung von Tonhöhen-

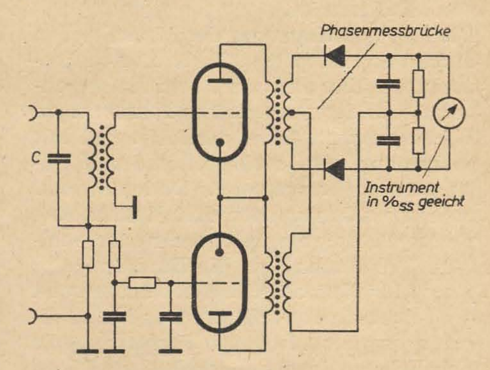


Bild 3: Prinzipschaltung des Anzeigeteils des Tonschwankungsmessers EMT 418

schwankungen. Dieses als Tiefpaß ausgelegte Filter hat oberhalb von 4 Hz einen Abfall von etwa 3 dB je Oktave, hiermit ist es also möglich, nicht nur die Absolutwerte der Tonhöhenschwankung zu vermessen, sondern auch die gehörmäßig subjektiv maßgebliche Beurteilung mit einzuschließen.

Bild 3 zeigt den Anzeigeteil des Tonschwankungsmessers und die Gegentaktendstufe, deren Eingangsspannung von einem Flankendemodulator geliefert wird. Die Ausgangsspannung des Flankendemodulators ist frequenzabhängig und wird, bevor sie auf die Gegentaktendstufe gegeben wird, in einem Zweiweggleichrichter gleichgerichtet und gefiltert.

Bei der Herstellung von Musikinstrumenten, ebenso wie bei der praktischen Musikausübung ist eine einheitliche Stimmung der Instrumente von entscheidender Bedeutung. Als Grundfrequenz dient die Schwingungszahl des Tones „a" in der eingestrichenen Oktave, die auch die Bezeichnung „Kammerton" erhalten hat. Im Oktober 1953 fand in London eine Tagung des akustischen Unterausschusses der International Organization for Standardization (ISO) statt, dessen Empfehlungen die Tonhöhe des Normstimmtones auf 440 Hz festsetzten. Diese Empfehlungen wurden auch von der Mehrzahl der

europäischen und außereuropäischen Länder als Grundlage für entsprechende nationale Normungsarbeiten anerkannt.
Von der Firma Elektromeßtechnik KG wurde ein elektroakustischer Stimmtongeber unter der Typenbezeichnung EMT 117 gebaut, der die ISO-Empfehlung berücksichtigt. Er dient dem Instrumentenbauer als Standard für die Intonation der Musikinstrumente und dem Orchester für das Einstimmen und Nachstimmen.
Der Stimmtongeber EMT 117 besteht aus einem hochkonstanten Schwingungsgenerator, dessen tonhöhenbestimmende Einzelteile durch Einbau in ein wärmehaltendes Dewargefäß vor Temperaturschwankungen und damit Frequenzschwankungen geschützt sind und an den über eine Endstufe der zur Wiedergabe des Stimmtones dienende Lautsprecher angeschlossen ist. Zwischen Generatorausgang und Verstärkereingang liegt ein Verzerrer, der dem abgestrahlten Stimmton den Klangcharakter der Oboe gibt. Dieses zum Einstimmen üblicherweise benutzte Instrument ist dem Orchester vertraut, so daß gefühlsmäßige Rückwirkungen vermieden werden.
Um den Stimmtongeber auch für die Intonation von Instrumenten und das Einstimmen von Orchestern benutzen zu können, die nicht auf der Normstimmung basieren, wurde ein Frequenzwahlschalter eingebaut. Er erlaubt eine Umschaltung der Tonhöhe zwischen 435 und 445 Hz in festen Stufen von je 1 Hz. Der Normstimmton von 440 Hz ist durch eine auffällige Gravur deutlich hervorgehoben. Die Lautstärke ist stetig regelbar und die abgegebene Schalleistung kann dem vorgesehenen Zweck angepaßt werden. Das Gerät ist an Wechselstromnetze aller vorkommenden Spannungen anschaltbar. Die Frequenzgenauigkeit beträgt $\pm 0{,}25$ Hz und die Abhängigkeit der Frequenz von der Netzspannung $\pm 5 \cdot 10^{-5}$ für 10% Spannungsänderung. Für ein Watt abgestrahlte Schalleistung beträgt die Leistungsaufnahme des Gerätes etwa 50 VA.
Ebenfalls von der gleichen Firma wird ein Magnettonzusatz mit einem rotierenden Wiedergabekopf hergestellt. Bei einem normalen Bandgerät macht sich bereits eine Änderung der Bandgeschwindigkeit von Bruchteilen eines Prozent als sehr unangenehme Tonhöhenschwankung bemerkbar. Bei diesem Gerät läßt sich die Laufgeschwindigkeit des Bandes um 30% ändern und trotzdem bleibt die Tonhöhe in der Wiedergabe unverändert. Die Achse des rotierenden vierfachen Wiedergabekopfes ist durch eine „elektrische Welle" und ein Differentialgetriebe mit dem Hauptmotor verbunden. Auf diese Weise wird erreicht, daß die Relativgeschwindigkeit zwischen Band und Wiedergabekopf unabhängig von der jeweiligen Bandgeschwindigkeit konstant und damit die Tonhöhe stets die gleiche bleibt. Auf ähnliche Weise läßt sich selbstverständlich auch mittels eines umlaufenden Aufsprechkopfes eine nichtkonstante Bandgeschwindigkeit ausgleichen.

(Nach Druckschriften der Fa. Elektromeßtechnik K.G. Wilhelm Franz, Lahr/Baden)

Neue Anwendungen des industriellen Fernsehens

Für den Einsatz im Bergbau, in der chemischen Industrie und in der Gaswirtschaft haben die Grundig-Werke in Zusammenarbeit mit der Firma Raeder & Co., Altendorf a. d. Ruhr, die Fernsehaufnahmekamera ihres „Fernauges" mit einem schlagwetter- und explosionssicheren Gehäuse ausgestattet. Dieses besteht aus einer druckfesten Kapsel in der Form eines Stahlzylinders, dessen vordere Abschlußplatte ein den behördlichen Sicherheitsvorschriften entsprechendes starkes Fenster aus Plexiglas für den Durchblick des Kameraobjektivs enthält, während am anderen Ende ein Klemmkasten für die Kabeleinführung angebracht ist. Dadurch wird mit Sicherheit verhindert, daß ein etwa zufällig an der Kamera entstehender elektrischer Funke oder eine ungewöhnliche Wärmeentwicklung die Ursache für eine Explosion der gas- oder schlagwettergefüllten Umgebungsluft werden kann. — Die Typenprüfung auf der berggewerkschaftlichen Versuchsstrecke in Dortmund-Derne hat die Eignung der Neuentwicklung für den Schlagwetterschutz und die Explosionsklassen 1 und 2 (VDE 0170/0171) bewiesen.

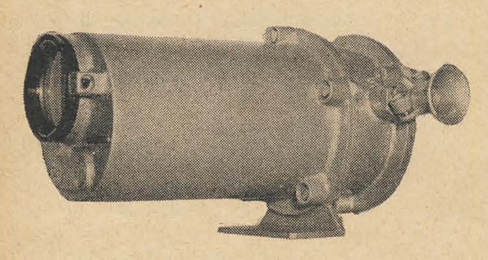


Bild 1: Schlagwetter- und explosionsgeschütztes Gehäuse für das Grundig-Fernauge

Eine weitere bemerkenswerte Neuentwicklung wurde für geologische Untersuchungen in tiefen Erdschichten geschaffen. Mit Hilfe der neuen Bohrlochsonde, die Grundig in Gemeinschaft mit dem Ingenieurbüro für Geologie und Bauwesen, Kiel, konstruierte, können Direktbeobachtungen zur Erforschung der geologischen Schichtungen in Bohrlöchern bis zu einer Tiefe von 300 m vorgenommen werden. Solange man auf die Beurteilung der Tektonik mit Hilfe der heraufgeholten Bohrkerne angewiesen war, entgingen die baulich und geologisch wichtigsten Bohrlochergebnisse — offene Klüfte, Kluftbelege, Zerrüttungsstreifen und Mylonite — der Beobachtung. Über die in der modernen Bodenuntersuchung wichtigen Daten des Flächengefüges zur Voraussage des Verlaufes von Erzgängen usw. gaben die bisher bekannten Untersuchungsmethoden unvollkommene Auskunft.
Auf Grund der praktischen Erfahrungen mit der vor zwei Jahren gebauten „optischen Bergsonde B 25" nach Dr. Müller und Dr. Petri, welche Bohrlocheinblicke, fotografische Aufnahmen und Einzelheitenvermessung der Bohrlochwandungen bis zu einer Tiefe von 25 m gestattete, wurde die neue Bohrlochsonde entwickelt und bereits mit Erfolg in Betrieb genommen. Die neue Sonde mit Fernauge kann auch in wassergefüllten Bohrlöchern mit etwa 66 mm Durchmesser bis in Tiefen von etwa 300 m eingesetzt werden. Das optische Aggregat ermöglicht mit Hilfe eines motorisch drehbaren Spiegels auf schief und exzentrisch gelagerter Kardanwelle und einer Beleuchtungseinrichtung die Beobachtung der Bohrlochwandungen mit großer Tiefenschärfe. Das optische Bild wird durch die Miniaturfernsehkamera über das Steuergerät auf das Beobachtungsgerät (Monitor) übertragen, wobei die Entfernung zwischen Kamera und Steuergerät bis zu 400 m betragen kann.

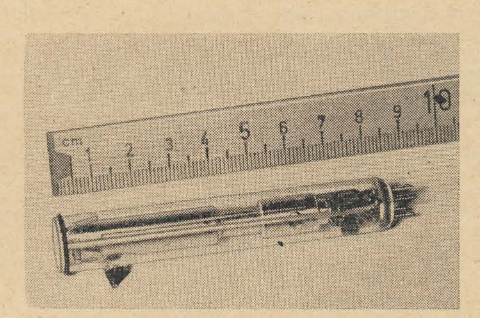


Bild 2 demonstriert die Abmessungen des Resistrons

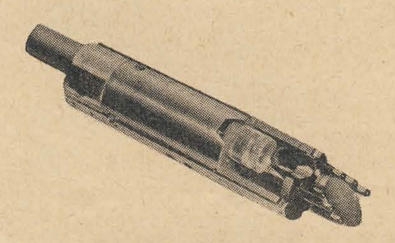


Bild 3: Das Spiegelaggregat der Bohrlochsonde mit Fernauge. Rechts der drehbare Spiegel mit den darum angeordneten Beleuchtungslämpchen. Daneben ist der Fernbedienungsteil für die Drehrichtung des Motorlaufs zu erkennen. Der Motor befindet sich links in dem Gehäuse

Die Kamera ist mit einem Resistron von nur 92 mm Gesamtlänge ausgerüstet (s. Bild 2). Das Resistron ist eine verhältnismäßig billige Aufnahmeröhre. Es muß nämlich stets damit gerechnet werden, daß die vollständige Kamera mit Optik und Beleuchtungseinrichtung in einem tiefen und engen Bohrloch verlorengeht.
Soll ein mit der Fernauge-Anlage aufgenommenes Bild über Entfernungen größer als 300 m übermittelt werden, so ist statt der videofrequenten Übertragung die trägerfrequente anzuwenden. Die letztere Methode wird besonders für die feste Verlegung längerer Kabel empfehlenswert sein. Grundig liefert hierfür zum Einbau in das Steuergerät einen HF-Modulator mit der Trägerfrequenz 39 MHz. Die Ausgangsspannung beträgt $0{,}5\ V_{eff}$ an $60\ \Omega$. In diesem Fall muß als Beobachtungsgerät ein Empfänger mit 39-MHz-Trägerfrequenzverstärker verwendet werden. Da die Mindesteingangsspannung des Empfangsteiles etwa 8 mV beträgt, darf die Dämpfung zwischen Steuergerät und Empfänger $500 : 8 = 63 : 1$ (entsprechend 4,15 N) betragen. Nur wenn die Kabeldämpfung größer als 4,15 N ist, müssen zusätzliche Kabelverstärker eingeschleift werden.
Sollen Filme während der normalen Projektion auf eine Filmleinewand gleichzeitig fernsehmäßig übertragen werden, wird in dem von Grundig entwickelten Sonderaufbau für das Fernauge dem Projektorbild über einen kleinen Spiegel ein nicht merkbarer Lichtanteil entnommen und der seitlich angebrachten Fernsehkamera zugeführt. Das Filmbild erscheint kontrastreich und hell auf dem Bildschirm der angeschlossenen Fernsehempfänger. — Auf ähnliche Weise hat Grundig einen Sonderaufbau zur Übertragung von Diapositiven oder zur Negativumkehr entwickelt.

REINHARD HEIMANN

Einsatz von radioaktiven Isotopen in der Betriebsmeßtechnik

Nachdem in den vorangegangenen Beiträgen dieser Serie die Eigenschaften der radioaktiven Strahlung, ihre Nachweismittel, Schaltungen und speziellen wissenschaftlichen Anwendungen beschrieben worden sind, soll nachfolgend ihr Einsatz in der Betriebsmeßtechnik behandelt werden.
Der steile Anstieg der Zahl der Anwender, den die USA-Statistik gemäß Bild 1 nachweist, ist ein beredtes Zeugnis für den großen volkswirtschaftlichen Nutzen der industriell angewandten Radioisotope. 1955 sind durch ihren Einsatz in 1400 Industriewerken etwa 120 Mill. Dollar eingespart worden. Dabei entfallen 40% auf Dikkenmeßanlagen, 30% auf Isotopeneinsatz bei der Materialprüfung und 30% auf sonstige Verfahren.

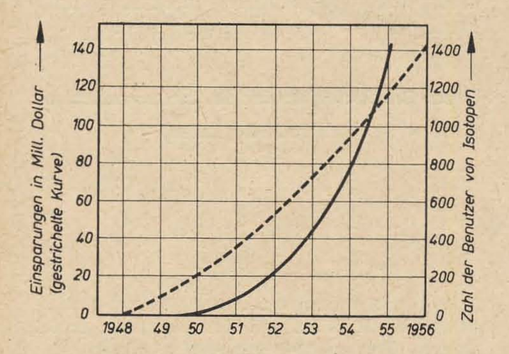


Bild 1: Anwendung von Isotopen und dadurch erzielte Einsparungen in den Jahren 1946 bis 1956 nach USA-Statistiken

Die in den letzten Jahren veranstalteten internationalen und nationalen Atomkonferenzen und Ausstellungen trugen dazu bei, eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten breitesten Kreisen technisch Interessierter bekanntzumachen. Da diese kurze Einführung den umfangreichen Stoff nicht annähernd erschöpfend behandeln kann, muß auf das Buch von Broda-Schönfeld: „Technische Anwendung der Radioaktivität" mit umfangreicher Literaturangabe verwiesen werden.
Für die hier zu behandelnden Anwendungen ist die Beeinflussung eines Bündels radioaktiver Strahlung durch das Meßobjekt bei Durchstrahlung oder Reflexion von Bedeutung.

Eigenschaften der Strahlung und ihre Nutzung für Meßaufgaben

Auf die vorangegangene Behandlung der physikalischen Strahlungseigenschaften verweisend, soll nur das wiederholend zusammengefaßt werden, was für das Verständnis des Weiteren notwendig ist:
Die korpuskulare α-Strahlung ($^4_2He^{++}$) tritt in derart starke Wechselwirkung mit den im Atom gebundenen Elektronen, daß sie in Ionisationsprozessen nach einem Luftweg von wenigen cm ihre Energie verloren hat, d. h. absorbiert ist. Die 8,78-MeV-α-Strahlung des Polonium 212 durchdringt gerade noch 55 μ Aluminium. Da die bei der Ionisation frei gemachten Elektronen Energiebeträge von 100 bis 200 eV erhalten, wirken sie ebenfalls stark ionisierend. 70% der Ionisation durch α-Teilchen beruht auf solchen Sekundärprozessen. Wegen dieser stark ionisierenden Wirkung wird α-Strahlung z. B. in der Film-, Kunstfaser- und Kunststoffindustrie zur Beseitigung elektrostatischer Aufladungen eingesetzt. Doch können auch Quellen mit starker Aktivität nur wenige μA Entladungsstrom (z. B. 1 mg Radium maximal 2 μA) ableiten.
Für industrielle Meßaufgaben haben β- und γ-Strahlen die günstigsten Eigenschaften. Die korpuskulare β-Strahlung hat auf Grund ihres Entstehungsmechanismus ein kontinuierliches Energiespektrum. Dies muß bei Meßverfahren beachtet werden. Gekennzeichnet wird die β-Strahlung durch ihre maximale Energie. Die mittlere Energie liegt bei ungefähr $^1/_3\ E_{max}$.
Durch Wechselwirkung mit den Elektronen der durchstrahlten Materie verlieren die β-Teilchen eines Strahlenbündels nicht nur Energie, sondern werden auch in weitem Winkelbereich gestreut.
Bei nicht zu großen Absorberdicken nimmt die Zahl der durchtretenden Teilchen N nahezu exponentiell mit der Dicke d der Absorberschicht ab:

$$N = N_0\, e^{-\mu \cdot d},$$

wobei N_0 die insgesamt vorhandene Zahl der Teilchen ist.
Der Energieverlust ist der Elektronenzahl pro Masseneinheit und somit dem Verhältnis $\frac{Z}{A}$ proportional (Z = Ordnungszahl, A = Atomgewicht). Da aber der Quotient $\frac{Z}{A} = 0{,}5 \cdots 0{,}4$ ist (mit Ausnahme des Wasserstoffs mit $\frac{Z}{A} \approx 1$), bleibt auch das als „Massenabsorptionskoeffizient" bezeichnete Verhältnis μ/ϱ (μ = linearer Absorptionskoeffizient, ϱ = Dichte) annähernd konstant und unabhängig von der durchstrahlten Materie.

Man schreibt daher zweckmäßig:

$$N = N_0\, e^{-\left(\frac{\mu}{\varrho}\right) \cdot \varrho \cdot d} = N_0\, e^{-\left(\frac{\mu}{\varrho}\right) F}$$

und bezeichnet

$$F = \varrho \cdot d \quad \text{in } \frac{g}{cm^2}$$

als Flächengewicht.

Die Absorption ist somit im wesentlichen von diesem Flächengewicht des durchstrahlten Stoffes abhängig.
Der Massenabsorptionskoeffizient μ/ϱ wird mit zunehmender β-Energie kleiner und kann für $E_{max} \geqq 0{,}5$ MeV nach der empirisch gefundenen Beziehung errechnet werden:

$$\frac{\mu}{\varrho} = \frac{22}{\sqrt[3]{(E_{max})^4}}$$

Man kann also für jeden Massenabsorptionskoeffizienten das Halbwertsflächengewicht berechnen, das die auffallende Strahlung auf die Hälfte schwächt:

$$\frac{N}{N_0} = \frac{1}{2} = e^{-\left(\frac{\mu}{\varrho}\right) F_{1/2}}$$

$$F_{1/2} = \frac{\ln 2}{\mu/\varrho} \approx \frac{0{,}693}{\mu/\varrho}$$

Die nach den beschriebenen Gesetzmäßigkeiten verlaufende β-Absorption wird meßtechnisch zur Flächengewichtsbestimmung benutzt. Ist die Dichte des Meßobjekts konstant, so erhält man unmittelbar einen Wert für die Dicke. Ist umgekehrt die Dicke des Meßgutes konstant, wird die Dichte angezeigt. Bei genauen Messungen darf allerdings die Änderung von $\frac{Z}{A}$ nicht mehr unberücksichtigt bleiben, so daß für Substanzen stark unterschiedlicher Ordnungszahl eine gesonderte Eichung erforderlich ist. Bei Wasserstoff ist sogar eine Elementaranalyse von Kohlenwasserstoff-Verbindungen nach ihrem Wasserstoffgehalt durchführbar.
Es kann mathematisch gezeigt werden, daß die größte Meßgenauigkeit erreicht wird, wenn die Solldicke in g/cm² des Meßgutes etwa der Halbwertsdicke entspricht. Im Bereich von $^1/_2$ bis 2 Halbwertsdicken kann mit günstigsten elektronischen Schaltungen auf 1% genau gemessen werden. Es muß demnach eine Auswahl des zweckmäßigsten β-Strahlers erfolgen.
Auch der Teil der Streustrahlung, der mit großem Winkel (bis 180°) in Richtung auf den Strahler reflektiert wird, kann für technische Meßaufgaben herangezogen werden. Dieser Streuanteil nimmt etwa mit $\sqrt{Z}$ zu. Es läßt sich

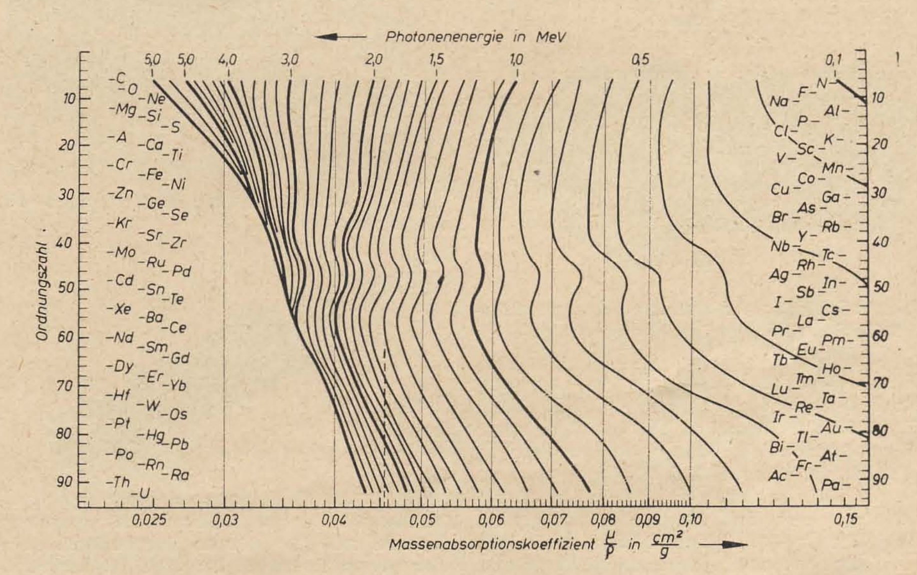


Bild 2: Massenabsorptionskoeffizient $\frac{\mu}{\varrho}$ als Funktion der Ordnungszahl Z, Parameter: Photonenenergie

damit sowohl eine Atomgewichtsbestimmung wie eine Analyse von Zweistoffgemischen stark unterschiedlicher Ordnungszahlen durchführen. Nach diesem Reflexionsverfahren arbeitende β-Dickenmeßgeräte haben sich zur Bestimmung von Auftragsschichtdicken bewährt. Mit einem Fehler von 0,05 μ können 0,75 μ dicke Zinn- (Z = 50) oder Kadmiumschichten (Z = 48) auf Eisenunterlagen (Z = 26) bei Verwendung von Thallium 204 gemessen werden.

Wie alle Meßanordnungen mit β-Strahlung sind besonders die Reflexionsverfahren stark von der Geometrie der Meßanordnung (Strahlenquelle–Absorber–Strahlendetektor) abhängig. Wenn die Messung auch ohne jede Berührung mit dem Meßobjekt erfolgen kann (einer der wesentlichen Vorzüge dieser Isotopenverfahren überhaupt), so muß doch in den meisten Fällen eine genaue Lage des Meßgutes im Strahlengang eingehalten werden. Durch starke Ausblendung der Streustrahlung (Strahlenkollimation) kann bei Durchstrahlverfahren die Stabilität der Meßanordnung wesentlich erhöht werden.

Meßgeräte mit β-strahlenden Isotopen erfassen Flächengewichte bis etwa 1200mg/cm².

Bei größeren Werten können γ-Strahlen eingesetzt werden. μ/ϱ ist im Bereich von 1 bis 3 MeV für eine bestimmte γ-Energie für alle Ordnungszahlen praktisch gleich. Genauere Werte wurden von Chappell in einem Diagramm gemäß Bild 2 zusammengestellt. Die große Reichweite der γ-Strahlen macht diese speziell für großtechnische Meßaufgaben geeignet. Es werden Dichtemessungen in dicken Rohrleitungen, Kesseln und Behältern beschrieben. Als einfachste Aufgabe wird weiter unten ihr Einsatz als Strahlenschranke zur Füllstandkontrolle besprochen.

Bild 3 zeigt eine Meßanlage zur kontinuierlichen Messung des Flächengewichts von Schüttgütern. Ein unter Verwendung von Cs-137 querdurchstrahlter, freifallender Zuckerstrom konnte auf 1% genau dosiert werden.

Bild 4 veranschaulicht, wie man den Dichteunterschied mehrerer Flüssigkeiten im Trennbehälter mit einem γ-Dichtemesser erfaßt und damit den Ausfluß steuert. Interessant ist auch die Anwendung des γ-Rückstrahlprinzips zur Dickenmessung nach Bild 5. Die auf Grund des Compton-Effekts in einem Winkel von 180° gestreute Co-60-Strahlung (mit E = 1,17 und 1,33 MeV) trifft mit energiearmen Komponenten 0,209 und 0,214 MeV auf den als Detektor benutzten Szintillationszähler. Dieser liefert mit hoher Quantenausbeute Impulse, deren Amplitude der γ-Energie proportional ist. Durch Aussortierung der Impulse nach ihren Amplituden ist es leicht zu erreichen, daß nur die der gestreuten γ-Quanten meßtechnisch erfaßt werden. Die Dicke von 2 cm Eisenblech konnte noch auf ± 4% genau gemessen werden. Hierzu wurde nur eine sehr schwache Quelle von 20 μC Co-60 benötigt. Vorteilhafterweise braucht das Objekt nur einseitig zugänglich zu sein.

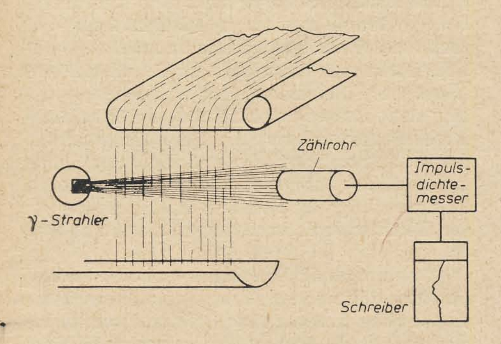


Bild 3: Meßanlage zur kontinuierlichen Messung des Flächengewichts von Schüttgütern

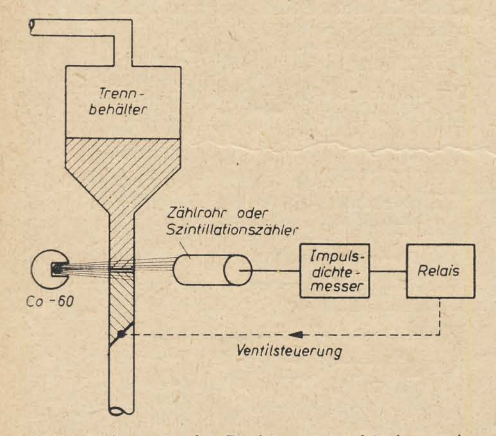


Bild 4: Messung des Dichteunterschiedes mehrerer Flüssigkeiten mit einem γ-Dichtemesser und Steuerung des Ausflusses

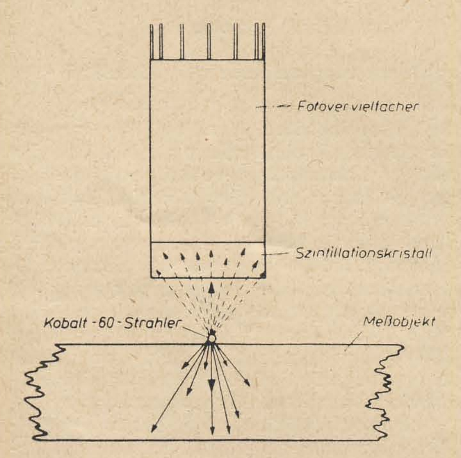


Bild 5: Dickenmessung durch Anwendung des γ-Rückstrahlprinzips

Strahlendetektoren

Von den bereits früher beschriebenen Detektoren wurden bisher in den Betriebsmeßgeräten fast nur Zählrohre und Ionisationskammern verwandt. Das Langzeitverhalten der sicherlich viele meßtechnische Vorteile bietenden Szintillationszähler ist zuwenig bekannt, so daß diese vorerst nur in Versuchsausführungen spezieller Geräte Eingang gefunden haben. Im Auslösebereich betriebene Zählrohre haben in normaler Ausführung allerdings nur eine begrenzte Lebensdauer, die bei etwa 10^8 Impulsen liegt. Wird mit Impulsdichten von 100 Imp/s gearbeitet, die aus Gründen der Meßgenauigkeit kaum unterschritten werden können, dann bedeutet das eine mittlere Betriebszeit von 280 Stunden. Allerdings wird mit Halogenzählrohren eine um eine Größenordnung größere Lebensdauer erreicht. Prof. Berthold-Wildbad garantiert für seine speziellen Siebenfach-Zählrohre sogar ein Jahr ununterbrochene Betriebszeit. Bei der Messung von Strahlungsintensitäten ist der statistische Charakter aller radioaktiver Strahlungsprozesse zu berücksichtigen. Hierin liegt eine prinzipielle Beschränkung der Anwendbarkeit strahlungsmeßtechnischer Methoden. Während bei elektrischen Meßgeräten für Gleich- und Wechselstrom Meßungenauigkeiten von 0,5 oder 0,2% auch bei Betriebsmeßgeräten durch entsprechenden apparativen Aufwand erreicht werden können, ist hier die Sammlung einer entsprechend großen Impulszahl notwendig, entweder durch Messung über eine genügend lange Zeit oder durch Benutzung genügend starker Strahlungsquellen. Die Forderung nach einer kleinen Zeitkonstante ist wegen des beschränkten Auflösungsvermögens des Zählrohres und einer möglichst kleinen Strahlungsquelle nicht in beliebigem Maße zu erfüllen. Haben sich im Geiger-Müller-Bereich arbeitende Zählrohre vor allem bei Anordnungen durchgesetzt, wo (ähnlich einer Fotozellenschranke) nur sprunghafte Änderungen der Intensität anzuzeigen sind, so werden für kontinuierliche Präzisionsmessungen heute noch Ionisationskammern als die über lange Betriebszeit sichersten Detektoren bevorzugt.

Um mit Kammern die gestellten hohen Anforderungen an die Meßgenauigkeit auch über lange Meßzeiten ohne Nachjustierung zu erfüllen, sind allerdings mehr oder minder umfangreiche elektronische Schaltungen erforderlich. Denn es gilt, an Arbeitswiderständen von 10^{10} Ω und höher noch Spannungen bis zu 1 mV zu erfassen, d. h., es wird mit Eingangsleistungen von 10^{-16} Watt gearbeitet. Da es sich hierbei um reine Gleichspannungsmessungen handelt, ist jedem Elektroniker verständlich, daß nur spezielle Meßverfahren zum Ziele führen.

Strahlenquellen

Für jede Meßaufgabe muß die nach Art und Energie der ausgesandten Strahlung geeignetste Quelle ausgewählt werden. Wie schon früher ausgeführt, ist sämtlichen radioaktiven Stoffen eine bestimmte Zerfallsgeschwindigkeit eigen. Für betriebsmeßtechnische Aufgaben ist es aber erwünscht, daß die Strahlenquelle über eine möglichst lange Zeit mit konstanter Stärke strahlt. In einigen Geräten sind daher verstellbare Blenden angebracht worden, die eine Nachregelung der Strahlenintensität gestatten. Die technische Anwendung von radioaktiven Stoffen erfordert ferner, daß diese „dicht" gefaßt sind und sich während des Betriebes nicht verstreuen können oder verdampfen. Da γ-Strahlen verhältnismäßig dicke Metallwandungen durchdringen, ist hier die Forderung nach dichtem Verschluß leicht zu erfüllen. Anders ist es bei β-Strahlen, die teilweise schon von dünnen Folien merklich absorbiert werden. In manchen Fällen läßt sich der radioaktive Stoff galvanisch auf einen Träger aufbringen, z. B. Kobalt, Thallium. Die aktive Schicht wird mit einer inaktiven Schutzschicht ebenfalls galvanisch überzogen.

Schaltungen

Die Hauptforderungen, die von betrieblicher Seite an die Meßgeräte gestellt werden, lassen sich in einigen Punkten zusammenfassen:

1. zuverlässig und langzeitig ohne Bedienung arbeitend,
2. einfach zu installieren und zu bedienen,
3. für rauhen Betrieb geeignet (stoßfest, staub- und wasserdicht),
4. genau und eindeutig in der Anzeige,
5. möglichst mit automatischer Eichkontrolle.

Daraus folgt, daß möglichst unkomplizierte elektronische Schaltungen mit einfachen Schaltungsfunktionen gewählt werden müssen, oder aber es werden zwangsläufig umfangreiche Schaltungen mit zusätzlichen Selbstkontroll- und Sicherungsvorkehrungen erforderlich, die das Gerät komplizieren und verteuern. Daher wird man diese neue Meßtechnik vornehmlich dort ökonomisch einsetzen, wo die Meßaufgaben mit keinem klassischen Meßverfahren zu lösen sind.

Spezielle Meßanlagen

Zweckmäßig unterscheidet man zwischen Geräten, die das Überschreiten einer vorgegebenen Strahlenstärke anzeigen, und solchen, die jede Änderung stetig erfassen. Erstere gehören zur Gruppe der „Strahlenschranken", letztere zur Gruppe der „Strahlenmeßgeräte" vom Typ der Impulsdichtemesser oder Zähler. In beiden Gruppen werden die vorher beschriebenen physikalischen Eigenschaften der β- und γ-Strahlung im Durchstrahl- und Reflexionsverfahren ausgenutzt.

Strahlenschranken zur Füllstandkontrolle

In Behältern mit hohem Druck, hoher Temperatur, mit aggressiven, explosiblen oder stark vis-

kosen Flüssigkeiten oder Schüttgütern ist oft eine einwandfreie Kontrolle des Füllstandes nicht möglich. Mit der Strahlenschranke kann die Messung ohne jede Berührung mit der Füllung erfolgen. Bild 6 zeigt schematisch eine derartige Anlage. Die links eingezeichneten Strahlenquellen sind meist Co^{60}-Präparate mit einer Aktivität von einem bis einigen hundert Millicurie. Die γ-Strahlen durchdringen die Behälterwand und die beliebig geartete Füllung. Sie werden auf der gegenüberliegenden Seite mittels Zählrohren nachgewiesen. Nach Mittelwertbildung über die Zählrohrimpulse wird bei Überschreitung eines vorgegebenen, einstellbaren Wertes (Gitterspannung) eine Relaisröhre (Thyratron, Glimmrelais o. ä.) gezündet. Diese betätigt ihrerseits im stromführenden Zustand ein Zwischenrelais, durch welches beliebige Signale, Steuervorgänge oder Regelungen ausgelöst werden können. Werden gleichzeitig zwei Schranken an einem Behälter angebracht, so kann ein oberer oder unterer Grenzstand kontrolliert werden. Durch Kombination zweier Kontaktsätze können leicht alle drei Betriebszustände — voll, normal, leer — angezeigt werden. Voraussetzung für das Funktionieren einer so einfachen Anordnung ist nur, daß beim Vorbeilaufen der zu messenden Niveaufläche eine so große Strahlenintensitätsänderung erfolgt, daß der dadurch entstehende Spannungssprung das Thyratron sicher zündet: d. h., die Dichten der beiden Medien im Behälter (z. B. Schüttgut und darüberstehende Gasatmosphäre), die bei gleichbleibendem Strahlenweg allein die Strahlschwächung bestimmen, müssen sich genügend stark unterscheiden. Die Zählrohrimpulszahl muß beträchtlich über dem Nullpegel der Untergrundstrahlung liegen und hoch genug sein, um einen guten Ausgleich der statistischen Schwankungen der Strahlung ohne allzu große Zeitkonstante bei der Mittelwertbildung zu ermöglichen. In der Regel genügen etwa 100 Imp/s. Es lassen sich auch Trennlinien zwischen zwei Flüssigkeiten unterschiedlicher Dichte bestimmen. Bei einer geforderten Änderung der Impulszahl um z. B. 1 : 4 muß das Produkt aus Strahlenweg D im absorbierenden Medium, multipliziert mit der Dichtedifferenz $\Delta\varrho$, größer als 30 sein:

$$D \cdot \Delta\varrho \geqq 30 \text{ g/cm}^2$$

(D in cm, $\Delta\varrho$ in g/cm³)

Das bedeutet, daß ein Behälter mit Wasserfüllung ($\varrho = \Delta\varrho \approx 1$) mindestens einen Durchmesser von 30 cm haben muß. Mit Hilfe des Absorptionsgesetzes $I = I_0 e^{-\mu \cdot x}$ läßt sich die notwendige Aktivität A für einen punktförmigen Strahler mit ausgedehntem Strahl berechnen.

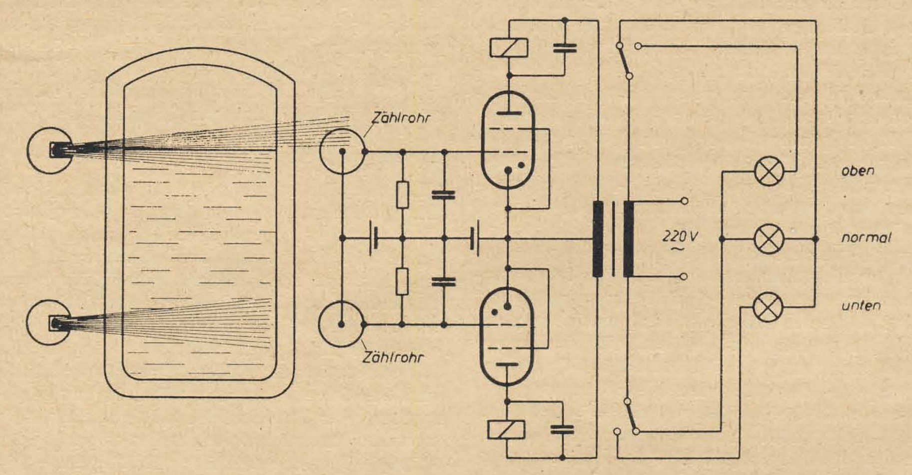


Bild 6: Strahlenschranke zur Kontrolle des Füllstandes

Dabei sollen bedeuten:

R den Abstand Strahler—Zählrohr in m,

F den empfindlichen Querschnitt des Zählrohres in cm²,

$\omega = \frac{F}{4\pi R^2}$ den Raumwinkel,

η das Ansprechvermögen des Zählrohres in %, das ist das Verhältnis der Anzahl ausgelöster Impulse zur Zahl der ins Zählvolumen eingefallenen Strahlungsquanten,

m die bei einem Zerfallsakt erzeugten Photonen,

μ den linearen Absorptionskoeffizienten des Materials der Behälterwand,

n die Zahl der in der Sekunde vom Zählrohr abgegebenen Impulse,

x = 2 d die Dicke des im Strahlengang wirksamen Absorbers,

d die Dicke der Behälterwand in cm,

A die Aktivität der Quelle in mC.

Unter Vernachlässigung der Absorption durch die Luft und der nicht auszuschaltenden Streustrahlung erhält man mit diesen Größen:

$$n = 3{,}7 \cdot 10^7 \cdot A \cdot \eta \cdot m \cdot \omega \cdot e^{-2\mu \cdot d}$$

oder umgestellt

$$A = \frac{n \cdot 4\pi \cdot R^2 \cdot 10^4}{3{,}7 \cdot 10^7 \cdot \eta \cdot m \cdot F} \cdot e^{+2\mu \cdot d}.$$

Mit n = 100 Imp/s

$\eta = 0{,}5\%$

m = 2

$\mu \approx 0{,}4$ (für Eisen bei γ-Strahlung des Co-60)

liefert dieses die Faustformel:

$$A = \frac{4\pi \cdot 10^2 \cdot 10^4 \cdot 10^3 \cdot R^2}{3{,}7 \cdot 10^7 \cdot 0{,}5 \cdot 2 \cdot F} \cdot e^{+0{,}8\,d}$$

$$= 34 \frac{R^2}{F} 2{,}2^{d} \quad \text{in mC}$$

Die Durchstrahlung eines leeren Eisenbehälters mit 2 cm Wandstärke und 1 m Strahlenweg würde demnach eine Strahleraktivität von etwa 4 mC erfordern, um mit einem Zählrohr VA-Z-112 mit F ≈ 40 cm² noch 100 Imp/s zu registrieren. Ein oft angewandtes Mittel zur Verbesserung des Wirkungsgrades dieser Strahlenschranke oder zur Herabsetzung der notwendigen Quellaktivität ist die Vergrößerung der empfindlichen Zählrohrfläche z. B. durch Parallelschaltung mehrerer Zählrohre im selben Strahlengang. Neuerdings werden auch Strahlenschranken mit Szintillationszählern ausgerüstet, da diese ein höheres Ansprechvermögen für γ-Strahlung besitzen.

Selbstverständlich kann auch eine kontinuierliche γ-Absorptionsmessung erfolgen. Sogar das eben beschriebene betriebssicher arbeitende Ja-Nein-Verfahren läßt sich z. B. für eine kontinuierliche Füllstandmessung anwenden, wenn mit den Relaiskontaktsätzen ein Nachlaufmechanismus gesteuert wird, der den gesamten Meßkopf (Strahlenquelle und Detektor) stets auf die Ebene des gemessenen Standes einstellt. Demnach zeigt die Stellung des Meßkopfes an der Behälterwand unmittelbar die Standhöhe an.

In bestimmten Fällen kommt auch das Reflexionsverfahren zur Anwendung. Dann kann die Messung von nur einer Seite aus vorgenommen werden. In Sonderfällen kommt man nicht umhin, eine oder sogar beide Teile des Meßkopfes im Inneren des Behälters anzubringen.

Strahlenschranken mit β-Strahlern werden zur Kontrolle der Befüllung von leichten Verpackungen eingesetzt.

β-Flächengewichtsmesser

Die einfachste Schaltung ist die Ein-Strahl-Ausschlagsmethode. Hierbei wirkt der durch das Meßgut beeinflußte β-Strahl auf eine als Detektor dienende Ionisationskammer (Bild 7). Der von der Kammerstromquelle E_b gelieferte und der β-Einstrahlung proportionale Kammerstrom ruft an R_a, einem hochohmigen Widerstand (etwa $\geqq 10^9\ \Omega$ im Thermostaten), einen Spannungsabfall hervor, der im nachgeschalteten Gerät verstärkt und hernach zur Anzeige gebracht wird. Eine betriebssichere und über lange Zeit konstante lineare Verstärkung kleiner Gleichspannungen mit hochohmigem Quellwiderstand erfordert besondere Schaltungen. Zweckmäßig wird die Gleichspannung vor Eintritt in den Verstärker in eine ihr proportionale Wechselspannung umgeformt und diese am Verstärkerausgang wieder gleichgerichtet. Die Umformung kann durch mechanische Zerhacker

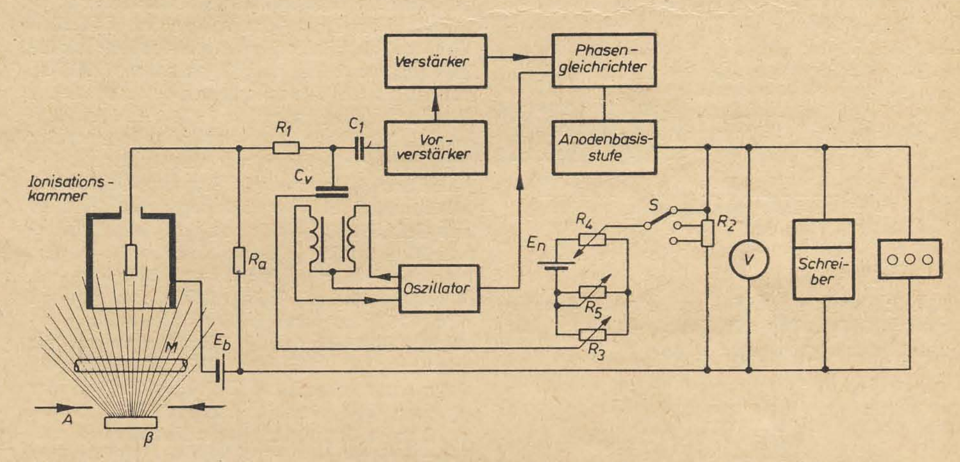


Bild 7: Flächengewichtsmessung nach der Ein-Strahl-Ausschlagsmethode mit β-Strahlen

oder harmonisch veränderliche Kondensatoren (Schwingkondensatoren) erfolgen. Letztere konnten in vielen Geräteausführungen ihre Überlegenheit gegenüber Zerhackern beweisen, deren Kontaktpotentiale und Störspannungsanfälligkeit schwer zu beherrschen sind. Diese elektrische Umformung wird elegant umgangen, wenn man den β-Strahl direkt, z. B. durch rotierende Blenden, moduliert. Schwierigkeiten treten hier in der erforderlichen hohen mechanischen Präzision und Stabilität auf. Ionisationskammer, Modulator und erste Verstärkerstufen sind in einem Meßkopf vereinigt, der mit dem Präparat zusammen die Meßsonde bildet. Diese kann als Rachenlehre oder in Brückenkonstruktion mit beweglichem Meßkopf (Querbewegungseinrichtung) zur Erfassung der Flächengewichte über die ganze Breite der Stoffbahn ausgebildet sein. Im Hauptgerät werden sich der Verstärker, Phasengleichrichter, Katodenstufe, Oszillator (zum Antrieb des Modulators) befinden. Die Steuerspannung für den Gleichrichter liefert ebenfalls der Oszillator, der einige hundert Hz mit konstanter Amplitude abgibt. Anzeigeinstrument, Schreiber und Grenzwertmelder weisen die gleichgerichtete Ausgangsspannung an R_2 nach, die der β-Strahlung proportional sein soll. Zur Stabilisierung der Verstärkung ist die Ausgangsspannung stark in den Eingang gegengekoppelt. Es kommen so nur wenige Prozent des Spannungsabfalls an R_a an C_1 zur Wirkung. In Reihe zu dieser als Gegenkopplung wirksamen Ausgangsspannung ist eine weitere Spannung E_n entgegengeschaltet, die mit dem Sollwertpotentiometer R_3 eingestellt wird. Mit Hilfe einer kleinen Zusatzspannung an R_4 wird der Nullpunkt justiert. Hiermit kann auch das eventuell wandernde Kontaktpotential des Schwingkondensators ausgeglichen werden. Zur Anzeige kommt bei dieser Schaltung folglich nur die Abweichung des Meßwertes von einem vorgewählten Sollwert. Instrument und Schreiber können also in „% Abweichung" geeicht werden.

Ein anderes, sowohl bei β- wie γ-Absorptionsmessungen oft angewandtes Meßverfahren arbeitet mit zwei Strahlenbündeln und zwei gegeneinander geschalteten Detektoren. Diese sind üblicherweise wieder Ionisationskammern, später vielleicht auch Szintillationszähler. Verwendet man in der Optik wegen der Konstanz der Quellen vornehmlich einen Strahler, so können hier zwei Anwendung finden, da ihre Aktivität unbeeinflußt von Umwelteinflüssen gleichmäßig abklingt. Das Strahlenkompensationsverfahren arbeitet bekanntlich so, daß durch geeichte „Keile" beide Strahlenbündel auf Gleichheit ausgeglichen werden und an den beiden Detektoren folglich gleiche Ströme auftreten. Sind die Detektoren gegeneinandergeschaltet, dann heben sich die entgegengesetzt gleichen Spannungsabfälle am gemeinsamen Arbeitswiderstand auf, und die nun folgende Elektronik arbeitet als Nullindikator. Dabei können aber Verstärkungsgrad und Linearität der gesamten Elektronik nicht mehr den Meßwert absolut, sondern in Extremfällen nur die Genauigkeit beeinflussen. Als Nullindikator kann z. B. ein einfaches Faden- oder Röhrenelektrometer eingesetzt werden. Außer dem Vorteil der geringen Anforderungen an die Meßschaltung wird beim Strahlkompensationsverfahren jeder äußere Einfluß auf den Strahlengang ebenfalls kompensiert. So bewirkt z. B. eine Temperaturänderung von 1° C in einem 4 cm langen Strahl bereits eine Absorptionsänderung von 0,02 mg/cm²-Äquivalent. Nun sind aber Kompensationsverfahren in der Betriebsmeßtechnik nur anwendbar, wenn der Abgleich automatisch vor sich geht. Hierzu ist ein Servo-Mechanismus geeignet, der auch im elektronischen Kompensationsschreiber bei hoher Präzision und Betriebssicherheit zur Anwendung kommt.

In vorstehenden Ausführungen sollte gezeigt werden, daß beim Einsatz kernphysikalischer Methoden in der Betriebsmeßtechnik gewisse physikalische und technologische Voraussetzungen erfüllt sein müssen, damit die diesem Anwendungsbereich eigene Forderung nach hoher Betriebssicherheit gewährleistet werden kann. Vor allem wird vom Anwender eine weit größere Kenntnis spezifischer Stoffeigenschaften seines Meßobjektes gefordert, als sie bei bisher üblichen Messungen von Länge und Gewicht notwendig waren. Es sollte auch auf die durchaus bestehende Begrenzung der Anwendungen hingewiesen werden. Dennoch wird auch bei uns aus sinnvollem Einsatz der Isotopenmeßtechnik für industrielle Regel- und Automatisierungsvorhaben ein beachtlicher volkswirtschaftlicher Nutzen zu ziehen sein.

Tabelle der industriell wichtigsten radioaktiven Isotope als β-Strahler

Isotop	Kurzzeichen	Halbwertszeit in Jahren	Energie E_{max} in MeV
Promethium 147	Pm	3,7	0,22
Thallium 204	Tl	2,7	0,78
Strontium + Yttrium 90	Sr/Y	20	2,2
Cer + Praseodym 144	Ce/Pr	0,8	3,0
Ruthenium + Rhodium 106	Ru/Rh	0,9	3,6

als γ-Strahler

Isotop	Kurzzeichen	Halbwertszeit in Jahren	Energie E in MeV
Thulium 170	Tm	0,35	0,085
Selen 75	Se	0,35	0,4
Iridium 192	Ir	0,2	0,32
Zäsium + Barium 137	Cs/Ba	33	0,67
Kobalt 60	Co	5,3	1,17 1,33

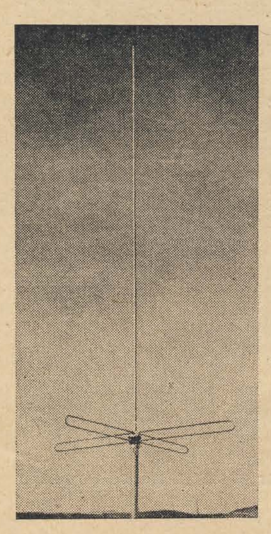
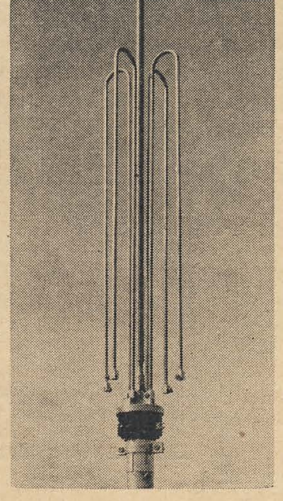
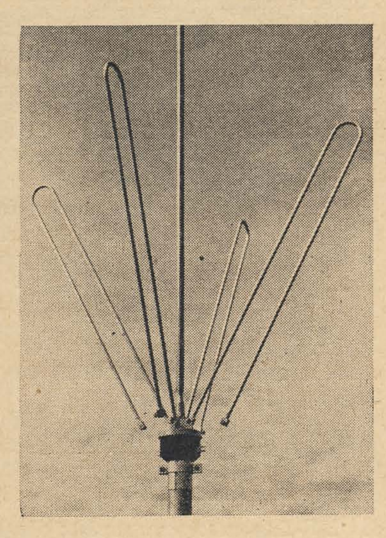
Antennenneuheiten

Das Antennenprogramm der Firma *Kathrein*, Rosenheim, ist durch einige Weiterentwicklungen ergänzt worden. Die vom Vorjahr her bekannte Fernsehantenne UNIVA, bestehend aus Faltdipol mit Reflektor, wird jetzt mit Drehgelenk gefertigt, wodurch ein Ausrichten der auf der Fensterstütze aufgebauten Antenne auf den zu empfangenden Sender möglich ist. Mit Hilfe eines aus zwei Direktoren bestehenden Zusatzteiles kann die UNIVA-Antenne zur Breitbandantenne DIREKTA erweitert werden.

Der Antennentyp DIREKTA ist jetzt zu einer modernen Breitbandantenne mit zwei Direktoren, Dipol und Reflektor entwickelt worden. Die Antenne ist statt für vier Kanäle nun für alle Kanäle des FS-Bandes III verwendbar.

Die Firma Kathrein verfügt auch über ein umfangreiches Angebot der verschiedenartigsten Antennenverstärker. Um eine nahezu unbeschränkte Kombinations- und Anpassungsmöglichkeit sowohl an die Art der Empfangsanlage als auch an die Zahl der Anschlüsse zu ermöglichen, wurde davon abgesehen, die einzelnen HF-Verstärkereinheiten um einen gemeinsamen Netzteil zu gruppieren. Die Antennenverstärker können einzeln oder in Verstärkergruppen zusammengefaßt aufgebaut werden.

Auch *Hirschmann* fertigt drei neue Typen Fensterantennen, alle drei in der Clap-Ausführung. Die 13-Element-Antenne Fesa 13 B mit einem Gewinn von 11,5 dB (3,8fach), einem Vor-Rückverhältnis von 28 dB (25 : 1) und 35° Öffnungswinkel besteht aus Faltdipol, Doppelreflektor und zehn Direktoren. Die Antennenhalterung ist schwenkbar zum Schrägstellen der Antenne bis 24° Steigung.

Montagebeispiel der Gemeinschaftsantenne Typ Ant 400 für Rundempfang mit Kreuzdipol

Für Gemeinschaftsanlagen wurden neue Antennen für Richt- bzw. Rundempfang herausgebracht. Sie bestehen aus einer vollkommen vormontierten UKW-Antenne, einem aufschraubbaren 3,3 m langen KML-Stab und dem eingebauten Antennenübertrager und sind sehr einfach und schnell zu montieren. Auf dem Dachboden wird das Ableitungskabel an den Antennenkopf angeklemmt und die aus einzelnen Bauteilen zusammengesetzte Antenne mit angeklappten UKW-Dipolen zwischen den Dachlatten hinausgeschoben. Auf dem Dach sind dann nur die UKW-Antennenteile auseinanderzuklappen und festzuschrauben (s. Bilder). Der Mast wird schließlich in der üblichen Weise mit Schellen im Dachgebälk befestigt.

Das exakte Messen von Blindwiderständen

Zum möglichst genauen Messen des Blindwiderstandes von Spulen usw. ist eine einfach aufgebaute Meßanordnung erwünscht. Die im folgenden beschriebene Differenzsubstitution in einem Resonanzkreis gestattet mit wenig und leicht beschaffbaren Mitteln eine recht exakte Messung der einzelnen Komponenten (Wirk- und Blindkomponente) zusammengesetzter Widerstände.

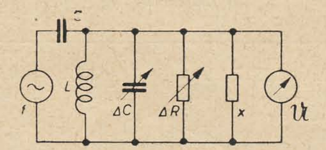


Bild 1: Prinzipschaltbild der Meßanordnung x = Wirkwiderstand mit induktiver und (oder) kapazitiver Komponente

Das Prinzipschaltbild für die Meßanordnung zeigt Bild 1. Das Meßobjekt x wird parallel zu einem aus der Induktivität L und der Kapazität ΔC bestehenden Resonanzkreis geschaltet; außerdem liegt dem Kreis noch ein veränderbarer, induktionsfreier Widerstand ΔR parallel. Über den kleinen Kondensator C wird von dem HF-Generator eine kleine Spannung in den Meßkreis eingekoppelt und durch Verändern der Meßfrequenz f des Generators oder durch Abstimmen von ΔC Resonanz im Kreis hergestellt. Resonanz herrscht, wenn am Meßinstrument die größte Spannung angezeigt wird. Nun wird der unbekannte Scheinwiderstand x, der eine induktive und eine kapazitive Blindkomponente besitzen kann, abgeschaltet und mit Hilfe des veränderlichen Kondensators ΔC (oder durch Ändern der Meßfrequenz) wieder Resonanz hergestellt. Diejenige Kapazitätsänderung ΔC, die nach Abklemmen des Meßobjekts notwendig ist, um wieder Resonanz herzustellen, gibt die Blindkomponente des Widerstandes x an. Diese ergibt sich bei einem Scheinwiderstand mit kapazitiver Komponente direkt aus der Kapazitätszunahme

$$C_x = C_2 - C_1. \qquad (1)$$

Bei Vorhandensein einer induktiven Komponente muß die Induktivität des Prüflings aus der Beziehung

$$L_x = \frac{1}{(2\pi f)^2 \cdot (C_1 - C_2)} \qquad (2)$$

berechnet werden, wobei f die Frequenz des HF-Generators in Hz ist; die Kapazitäten sind in Farad einzusetzen, um die Induktivität in Henry zu erhalten. Handelt es sich um kleine Werte von L und C und mißt man mit hohen Frequenzen, so wendet man besser die Formel

$$L_x = \frac{1}{(C_1 - C_2)} \cdot \left(\frac{159}{f}\right)^2 \text{ in } \mu\text{H} \qquad (2a)$$

an, wobei die Kapazitäten C_1 und C_2 in pF und die Frequenz f in MHz eingesetzt werden.

In beiden Fällen — beim Abstimmen auf Resonanz einmal mit und einmal ohne Meßobjekt — muß die Spannung den gleichen Wert haben. Die sich nach Abklemmen des Meßobjektes einstellende höhere Resonanzspannung wird durch Verkleinern des veränderbaren Widerstandes ΔR wieder auf den ursprünglichen Wert (bei angeschlossenem Meßobjekt) gebracht. Die Größe des Wirkwiderstandes von x ergibt sich in einfachster Weise aus der Änderung von ΔR; es gilt

$$R_x = R_1 - R_2, \qquad (3)$$

wenn R_1 der Widerstand von ΔR mit angeschlossenem Meßobjekt und R_2 derjenige von ΔR bei abgeklemmtem Meßobjekt darstellt. Sowohl die Wirkkomponente als auch die Blindkomponente eines unbekannten Widerstandes x ergeben sich somit aus Differenzmessungen. Auf diese Weise können Widerstände mit kapazitiver und induktiver Komponente sowie rein reelle Widerstände gemessen werden. Der Verlustwiderstand in der Induktivität L und im Vergleichskondensator ΔC sowie der Grundwiderstand des Vergleichswiderstandes ΔR und die Koppeldämpfung gehen in die Messung nicht ein, da sie in beiden Fällen der Messung, mit und ohne Meßobjekt, in derselben Größe wirksam sind. Um ein exaktes Meßergebnis zu erhalten, ist es nur erforderlich, daß die Kapazitätsänderung von ΔC verlustfrei und die Widerstandsänderung von ΔR ohne Kapazitätsänderung erfolgt.

Mit Rücksicht auf eine zuverlässige und schnelle Messung soll der Vergleichswiderstand ΔR kontinuierlich regelbar sein. Man benutzt hier zweckmäßig regelbare Kohleschichtwiderstände. Die Eindringtiefe bei Kohle ist noch so groß, daß infolge der Stromverdrängung auch bei höheren Frequenzen (etwa 200 MHz) noch keine bei der Messung störende Widerstandserhöhung eintritt, wenn die Widerstandsschicht die übliche Stärke von

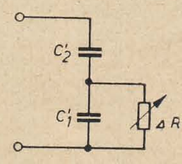


Bild 2: Kapazitiver Widerstandsübersetzer

einigen Hundertstel mm aufweist. Störend ist dagegen die Eigeninduktivität L′ der Widerstandsschicht bei kleinen Widerstandswerten, wenn also

$$\omega L' > 0{,}1 \cdot R \qquad (4)$$

ist, da das eine Erhöhung des Wirkwiderstandes bedeutet. Bei hohen Widerstandswerten beeinflußt die Kapazität der Widerstandsschicht die Genauigkeit der Messung, wenn

$$\frac{1}{\omega C'} \approx R \qquad (5)$$

wird, wobei C′ die statische Raumkapazität des Widerstandes bedeutet. Durch C′ wird der Wirkwiderstand vermindert. Unter Berücksichtigung der oben angegebenen Grenzwerte betragen die Maximalwerte des Widerstandes ΔR 3 MΩ bis 1 kΩ für Frequenzen zwischen 0,1 und 200 MHz. Der Bereich des einstellbaren Wirkwiderstandes liegt zwischen 1 Ω und 10 MΩ für Frequenzen bis etwa 100 kHz und zwischen 300 Ω und 30 kΩ für Frequenzen über 100 kHz bis maximal 200 MHz.

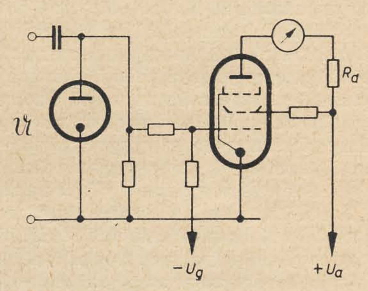


Bild 3: Diode mit Gleichstromverstärker als Anzeigeinstrument

Eine Transformation kleinerer Widerstände auf höhere Werte zur Verhinderung der Verkleinerung des Wirkwiderstandes bei hohen Frequenzen durch einen kapazitiven Widerstandsübersetzer nach Bild 2 ist aber möglich. Hierbei wird durch geeignete Bemessung der Serienkapazitäten C_1' und C_2' der Widerstand ΔR als vervielfachter Wert wirksam. Die zu ΔR effektiv parallel liegende Kapazität wird jedoch dabei ziemlich groß, und bei hohen Frequenzen ist ein Umschalten auf verschiedene Widerstandsbereiche umständlich.

Der Spannungsmesser zur Anzeige der Resonanz soll eine Differenzspannung anzeigen. Es ist zweckmäßig, hierfür eine kompensierte Diode zu verwenden (Bild 3). Um eine Überlastung des Meßwerks zu vermeiden, wenn beim Abstimmen des Resonanzkreises oder beim Abklemmen des Meßobjektes eine zu hohe Resonanzspannung auftritt, muß dieses mit einer wirksamen Begrenzung versehen sein. Es ergibt sich eine einfache Begrenzungsmöglichkeit, wenn hinter die Diode, wie es Bild 3 zeigt, ein Gleichstromverstärker geschaltet wird, in dessen Anodenkreis das Meßinstrument liegt. Es ist üblich, als Gleichstromverstärker eine Pentode (z. B. EF 80 o. ä.) zu verwenden. Bei großen negativen Gittervorspannungen wird der Anodenstrom Null; bei kleinen negativen Spannungen am Gitter tritt eine Anodenstrombegrenzung durch den Außenwiderstand R_a ein, dessen Spannungsabfall ein Herabsetzen der wirksamen Anodenspannung bis zur Größe der Schirmgitterspannung bewirkt. *tae-*

Literaturkritik und Bibliographie

Klaus Zweiling

Der Leninsche Materiebegriff und seine Bestätigung durch die moderne Atomphysik

Dietz Verlag, Berlin

62 Seiten, —,80 DM

Man muß es dem Dietz Verlag bescheinigen, daß er eine philosophische Schrift von erheblicher Bedeutung in eine Form von nicht überbietbarer Bescheidenheit gekleidet hat: In der „Bibliothek des Propagandisten“, in einem Heftchen für 80 Pfennig (das in Buchhandlungen bestimmt niemals dort ausgestellt wird, wo man nach Werken philosophischen Inhalts Ausschau hält), bringt er eine Arbeit von Prof. Dr. Klaus Zweiling, die viele Fragen naturphilosophisch interessierter Ingenieure und Techniker beantwortet.

Und welcher Ingenieur und Techniker ist das heute nicht? Die Technik ist heute nicht mehr zu trennen von der Philosophie, die durch die Verallgemeinerung der Ergebnisse der Spezialwissenschaften zur Beantwortung von ontologischen und erkenntnistheoretischen Fragen kommt, die wiederum Grundfragen der Spezialwissenschaften sind. Diese Grundfragen: Fragen des Wahrheitsgehalts und der Methodik unserer Erkenntnis, werden seit über einem halben Jahrhundert von der physikalischen Forschung täglich aufgeworfen. Es ist doch kein Zufall, daß sich so viele hervorragende Physiker: Einstein, Planck, Schrödinger, Heisenberg, Eddington, Jeans, Born, de Broglie, Jordan usw., immer wieder mit philosophischen Fragen beschäftigt haben.

Prof. Dr. Zweiling hat in hervorragender Weise zwei Aufgaben gelöst, die in diesem Zusammenhang vor dem Philosophen stehen: Er schreibt so, daß der Ingenieur ihn versteht, und er hat etwas zu sagen, was den Ingenieur interessiert. (Das ist im Grunde nicht überraschend, denn er ist selbst Naturwissenschaftler und Mathematiker.) Einerseits zeigt er, wie die allgemeinen Begriffe und Sätze des dialektischen Materialismus durch die Naturwissenschaft konkretisiert werden (so z. B. der Leninsche Satz von der Unerschöpflichkeit des Elektrons durch die Entdeckung der Positronen, der Neutrinos, der Varitronen usw., oder der Satz von Raum und Zeit als die Grundformen des Seins, als die Existenzformen der Materie durch die Allgemeine Relativitätstheorie, die die konkrete Gesetzmäßigkeit des Zusammenhangs zwischen Materie und Raum und Zeit darstellt); andererseits aber weist er nach, daß die Ergebnisse der Naturwissenschaften erst verständlich und sinnvoll werden, nachdem die philosophischen Grundfragen richtig beantwortet worden sind. Richtig beantwortet, das heißt materialistisch beantwortet. Denn wenn ich die Frage nach dem Wahrheitsgehalt unserer Erkenntnis falsch beantworte, idealistisch (oder, was grundsätzlich dasselbe ist, positivistisch) beantworte, wenn ich also die Möglichkeit der Erkenntnis der Realität leugne, wie das z. B. Pascual Jordan tut („. . . so wird uns damit wiederum unsere erkenntnistheoretische Einstellung bestätigt, nach welcher die physikalische Forschung nicht darauf aus ist, ein ‚hinter‘ der Erscheinungswelt liegendes ‚wahres Wesen‘ der Dinge zu enthüllen, sondern vielmehr Gedankensysteme zur Beherrschung der Erscheinungswelt zu entwickeln: das nur noch als Formelgerüst charakterisierte Atom ist . . . im Grunde nur noch ein Hilfsbegriff zur Ordnung experimenteller Tatsachen. . . . Der Positivismus leugnet jegliche Möglichkeit einer ‚Wesenserkenntnis‘ der Natur.“ Pascual Jordan; Die Physik des 20. Jahrhunderts, Verlag Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1947, S. 123 und 132), so werde ich die Wirklichkeit nicht erkennen. Wenn ich das Atom nur noch als mathematisches Formelgerüst betrachte, so werde ich seine Eigenschaften nicht erkennen, weil ich ja aufgehört habe, nach ihnen zu suchen. Wenn ich die Frage nach der Methodik unserer Erkenntnis falsch beantworte, nämlich metaphysisch (im Engelsschen Sinne) und nicht dialektisch, so werde ich durch die in unseren Erkenntnissen sich offenbarende objektive Dialektik der Natur verwirrt werden, meinen Erkenntnissen nicht mehr trauen und zu idealistischen Schlußfolgerungen kommen.

Das große Verdienst der vorliegenden Schrift von Prof. Dr. Zweiling besteht darin, daß in ihr — unseres Wissens nach zum erstenmal — die Ergebnisse der Quantenphysik und der Relativitätstheorie systematisch so dargestellt werden, daß man die Wirklichkeit für das nimmt, was sie ist, und sie aus sich selbst erklärt, ohne außerhalb dieser Wirklichkeit stehende, phantastische Zutaten (Zweiling, S. 5), so daß sich völlig zwanglos die Grundsätze des dialektischen Materialismus ergeben. Man kann das auch umgekehrt formulieren: Wenn man vom Standpunkt des dialektischen Materialismus ausgeht, ergibt sich, wie J. B. S. Haldane einmal sagte, daß die Natur ganz natürlich ist. Ausgehend von den Engelsschen und Leninschen Definitionen und ihrer entschiedenen Abgrenzung gegen den mechanischen Materialismus, sagt Zweiling zunächst, was Materie ist: „Materie ist das, was objektiv real existiert als Subjekt, das zwar Eigenschaften besitzt, aber selbst nicht Eigenschaft, Attribut von irgend etwas anderem ist.“ (S. 15 bis 16). Eine der wichtigsten Eigenschaften der Materie ist die Energie, d. h. ihre Fähigkeit, Wirkungen auszuüben, Wirkungen verschiedener Teile der Materie aufeinander, Wirkungen auf unsere Sinnesorgane usw. Eine andere Eigenschaft der Materie ist die Masse, d. h. die Eigenschaft, träge und schwer zu sein. Diese beiden Eigenschaften bestehen nicht isoliert voneinander, sondern bedingen einander gesetzmäßig nach der bekannten Einsteinschen Formel: $E = m \cdot c^2$. Die Energiestrahlung, wie die Formel $E = h \cdot \nu$ zeigt, besitzt sowohl diskontinuierlichen, korpuskularen Charakter (Quantelung) als auch kontinuierlichen, Wellencharakter, und diese beiden einander entgegengesetzten Eigenschaften schließen nicht nur nicht einander aus, sondern bedingen sich gegenseitig gesetzmäßig (S. 18). Die Materie selbst tritt — nach unserem bisherigen Wissen — ebenfalls in zwei Daseinsformen auf: als strahlende und als stoffliche Materie; wobei die strahlende Materie gekennzeichnet ist durch die Ruhmasse $m_0 = 0$ und die Geschwindigkeit (im stoffleeren Raum) $v = c$, während bei der stofflichen Materie $m_0 > 0$ und stets $v < c$ ist. Strahlung ist also nicht nur strahlende Energie, sie ist ebenso strahlende Materie (S. 19 bis 21). Das Pauli-Verbot verbietet im Grunde, zu versuchen, ein Elektron allein, „für sich“ zu betrachten; die Elementarteilchen dürfen nur im Zusammenhang, in ihrer Wechselwirkung betrachtet werden. Das gleiche gilt von der Schrödingerschen Wellenfunktion, die augenfällig demonstriert, daß das Ganze mehr als die Summe seiner Teile ist (S. 25). So führt uns Zweiling durch die Quantenphysik, durch den Aufbau der Atome und durch die Relativitätstheorie, die Übereinstimmung der Grundsätze des dialektischen Materialismus mit den Ergebnissen der Naturwissenschaft demonstrierend, damit diesen das „Rätselvolle“, das „Unverständliche“, das „Verwirrende“ nehmend (aber nicht das Widerspruchsvolle, denn die Einheit der Gegensätze ist eben das Natürliche!), gleichzeitig aber durch die Ergebnisse der Naturwissenschaft die Grundsätze des dialektischen Materialismus konkretisierend. Ein aufregender, zum intensiven Nachdenken zwingender Spaziergang!

Den Dietz Verlag aber möchten wir bitten, er möge den Diamanten aus der Pappmachéefassung herausnehmen und dem Inhalt — vielleicht anläßlich einer zweiten Auflage — eine ihm würdige Form geben!

Schäffer

Walter Conrad

Liebe Hörerinnen und Hörer . . .

Urania-Verlag, Leipzig/Jena, 1956

232 Seiten, 124 Bilder, DIN A 5, Ganzleinen 7,80 DM

Wie viele Menschen sind mehr oder weniger begeisterte Rundfunkhörer! Sie vermögen wohl ihren Radioempfänger zu bedienen, zum Teil sogar recht geschickt, wenn sie das nötige Fingerspitzengefühl und musikalisches Empfinden besitzen. Von der Technik des Rundfunks und den Vorgängen, die sich beim Radioempfang abspielen, wissen sie aber nur wenig, und diese Kenntnisse sind verworren, weil irgendwo aufgeschnappt. Eine Anzahl dieser technischen Laien hat vielleicht versucht, in die Geheimnisse der Rundfunktechnik an Hand von technischen Büchern einzudringen. Diese aber bald wieder aus der Hand gelegt, weil ihnen der Weg hierzu zu mühevoll und zeitraubend war.

Walter Conrad hat nun in dem vorliegenden Buch in geschickter Weise die Aufgabe gelöst, den Rundfunkhörern in einem netten Plauderstil die Vorgänge beim Rundfunkempfang zu erklären. Selbst wenn solche Hörerinnen oder Hörer von technischen Dingen nichts verstehen, vermögen sie doch den Gedankengängen des Autors leicht zu folgen. Obwohl es scheinbar kunterbunt zugeht, um das Interesse des Lesers wachzuhalten, liegt doch dem gesamten Buch eine gute methodische Reihenfolge zugrunde. Der Text vermittelt gewissermaßen spielend viel Wissenswertes in klaren, exakten Sätzen. Dabei bleibt der Stil aber immer amüsant.

Das Buch ist in große Abschnitte gegliedert, die wiederum mehrfach unterteilt sind. Wir wollen nur zwei Hauptabschnitte mit ihren Unterabschnitten hier anführen, die einen guten Einblick in den Inhalt des Werkes geben.

Allerlei Komfort: Was das Magische Auge verrät — Die Drucktasten setzen sich durch — Der Empfänger stellt sich automatisch ein — Kurzwellenempfang kinderleicht! — Noch einmal die Trennschärfe — . . . und für die ganz Bequemen: Fernbedienung! — Programme selbst gestaltet.

Rundfunkhörer werden Fernseher: Wieder ein ganz einfaches Prinzip! — Die Ultrakurzwellen und die „Geisterbilder“ — Die „Heinzelmännchen“ greifen ein! — Elektronen betrachten Bilder — 30 Röhren – ein Empfänger.

Dem Wert des sehr preiswerten Buches ist der Verlag gerecht geworden durch eine sorgfältig ausgewählte Drucktype, die den Leser nicht ermüdet und sich von dem guten weißen Papier klar abhebt, durch ausgezeichnete, saubere Bilder und durch einen dauerhaften Ganzleineneinband.

Sutaner

GCA — Ground Controlled Approach = Radareinrichtung für Blindlandungen (Bodenkontrollgerät)

GCI — Ground Controlled Interception = bodengesteuerte Hinderniswarnung

gcm — greatest common measure = größter gemeinsamer Faktor

G.C.T. — Greenwich Central Time = Westeuropäische Normalzeit (WEZ) = G.M.T.

Gd — Gadolinium, chemisches Element

Ge — Germanium, chemisches Element

GEC — General Electric Corporation = Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft (New York und London)

GED — gasoline engine driven = Antrieb mit Benzinmotor

Gee — besonderes britisches Impuls-Hyperbel-Navigationsverfahren (ähnlich LORAN)

Geh — Gehäuse

Ger. — German, Germany = deutsch, Deutscher, Deutschland

Gest — Gestell

GET — germanium transistor = Germaniumtransistor

GFCS — gun fire control system = Radarzielgerät, Feuerleitradar

GHQ — General Headquarters = Hauptquartier, Oberkommando

gi., **gl.** — gill = Viertelpinte (brit. Hohlmaß = 0,142 l)

GI wire — galvanized iron wire = verzinkter Eisendraht

GK — Gummikabel

gk — abgehend und ankommend, wechselseitig (vgl. g)

GL — Gestellampe
— ground level = Pegel

G.M. — G.M.-oscillation = Gill-Morell-Schwingung
— G.M.-tube = Geiger-Müller-Zählrohr

Gm — mutual conductance, transconductance = Steilheit (Röhrentechnik)

gm. — gram, grams = Gramm

GmbH — Gesellschaft mit beschränkter Haftung

G.M.T. — Greenwich Mean Time = Mittlere Greenwich-Zeit = Westeuropäische Zeit (W.E.Z.)

gnd. — ground = Erde, Masse

GO — Goniometer, Funkpeiler
— Grandes Ondes (frz. Bezeichnung der Wellen im Bereich von 150 kHz bis 300 kHz)

gov., **Govt.** — government = Regierung, Verwaltung

GP — general purpose = Mehrzweck-

GPI — Ground Position Indicator = Bodenanzeigegerät (besonderes Funkortungsgerät für Flugzeuge)

GPL — glide-path landing system = Gleitbahnlandeverfahren

GPM — groups per minute = Gruppen pro Minute (Telegrafiergeschwindigkeit)

gpm — gallons per minute = Gallonen (Flüssigkeit) pro Minute

GPO — General Post Office = Britisches Postministerium

GR — gas ratio = Ionisationszahl
— Gestellrahmen

gr. — grain = Gran (Gewicht = 0,0648 g)
— gross = Gros (= 12 Dutzend)

grad — Gradient

grd. — gnd. = ground = Erde, Masse

GRT — Gross Register Tonnage = Brutto-Registertonne (BRT)

gr. wt. — gross weight = Bruttogewicht

gs — gauss = Gauß (Einheit für die magnetische Induktion B: $1\ \mathrm{G} = 10^{-8}\ \frac{\mathrm{Vs}}{\mathrm{cm}^2}$)

GSLW — Leitungswähler für Großsammelanschlüsse

GU — Gruppenumsetzer, Gruppenumsetzung (in einem TF-System)

GUe — Gabelübertragung
— Übertragung für Gemeinschaftsanschlüsse

GUm — Umschalter für Gemeinschaftsanschlüsse

GVW — Gemeinschaftsvorwähler

GW — Gleichstrom-Wechselstrom = Allstrom (z. B. GW-Empfänger)
— Gruppenwähler

GWh — Gruppenweiche

GZM — Gesprächszeitmesser

H

H — heater or filament terminal = Heizfaden einer Vakuumröhre oder Heizfadenanschluß
— Hekto . . . = 10^2
— Henry = Ωs (Maßeinheit für die Induktivität L oder M)
— Magnetische Feldstärke
— Wasserstoff, chemisches Element

h — henry = Henry (= H)
— heure (frz.) = hour (engl.) = Stunde
— Plancksches Wirkungsquantum = $6{,}62 \cdot 10^{-34}\ \mathrm{Ws}^2$

HA — Hauptpostamt

ha — Hektar = 100 a = $10^4\ \mathrm{m}^2$

ham — radio amateur = Funkamateur, Kurzwellenamateur

HAPUG — Modulationsschaltung nach *Har*bich, *Pu*ngs und *G*erth

HC — heat coil = Heizspule, Feinsicherungselement
— heavy current = Starkstrom

HDF — high-frequency direction-finder = Funkpeiler (-finding = . . . peilung)

He — Helium, chemisches Element

HEL — helicopter = Hubschrauber

HF, Hf, hf, h-f, h. f., h/f — high frequency = Hochfrequenz = Dekameterwellen (3 MHz bis 30 MHz, 100 m bis 10 m)

Hf — Hafnium, chemisches Element

HFA — high frequency amplifier = Hochfrequenzverstärker

HFDF — = HDF

HFl — Hauptfernleitung

HG — head gear, head gear receiver = Kopfhörer

Hg — Quecksilber, chemisches Element

HGW — Hauptamtsgruppenwähler

Hgw — Hartgewebe

HHF — Höchstfrequenz, Ultrahochfrequenz (über 300 MHz)

HHI — Heinrich-Hertz-Institut (Berlin)

HIFAM — High-Fidelity Amplitude Modulation = Amplitudenmodulation mit hoher Wiedergabegüte = Breitband-AM

HiFi — High Fidelity = hohe Wiedergabegüte

HiVo — High Voltage = Hochspannung (hierzu zählt bei Röhren auch bereits die Anodenspannung)

HK — Hefnerkerze (Maßeinheit für die Lichtstärke)

HL — heavy loaded = schwer bespult
— Hilfsschlußlampe

Hl — Hauptamtsleitung

H.O. — Hydrographic Office (of the US-Navy Department, Washington) = Hydrographisches Amt des US-Marineamtes, Washington

Ho — Holmium, chemisches Element

HP, hp — Hochpaß
— Horsepower = Pferdestärke; 1 engl. HP = 1,014 deutsche PS

Hp — Hartpapier

hp-hr — horsepower-hour = (engl.) PSh; 1 hp-hr = 1,014 deutsche PSh

H-pad — Dämpfungsglied in H-Form

HPG — High-Power Ground (Radar) = Bodenradargerät mit großer Leistung

HPI — Height Position Indicator = Höhenanzeiger

hpz — hectopièze (frz. Maßeinheit für den Druck); 1 hpz = $1{,}02\ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{cm}^2}$

hr — hour = Stunde (h)

HSi — Hauptsicherung

HSl — Schnellamtsleitung

H.S.T. — Hawaiin Standard Time = Hawaiische Normalzeit

HT — High Tension = Hochspannung

HTB — high-tension battery = Anodenbatterie

HTDC — high-tension direct-current = hochgespannter Gleichstrom

HUSL — Harvard Underwater Sound Laboratory = Laboratorium für Unterwasserschall der Harvard-Universität

HV — High Voltage = Hochspannung

HVDF — High and Very-high frequency Direction Finding (station) = KW- und UKW-Peilstation

HVSt — Hauptverkehrsstunde

hy — henry = Henry (= h, = H)

Hz, hz — Hertz (Maßeinheit für die Frequenz f)

I

I — Innenraumkabel ohne Bleimantel (bei Kabelkurzbezeichnungen)
— Schallstärke
— Strom, Stromstärke (z. B. I_a = Anodenstrom, I_s = Sättigungsstrom usw.)

i — $\sqrt{-1}$ = imaginäre Einheit = j

I.A. — International Angstroem = internationale Angstroem-Einheit

IAARC — International Administration Aeronautical Radio Conference = Internationale Flugfunkverwaltungskonferenz

IAE — Institute of Aeronautical Engineers = Verband der Luftfahrtingenieure (USA)
— Institution of Automobile Engineers = Verband der Kraftfahrzeugingenieure

IAeS — Institute of Aeronautical Sciences = Institut für Luftfahrttechnik

IAGC — Instantaneous Automatic Gain Control = unverzögerte selbsttätige Schwundregelung

IARU — International Amateur Radio Union = Internationale Vereinigung der Funkamateure

IATA — International Air Traffic Association = Internationaler Luftverkehrsverband

IATM — International Association for Testing Materials = Internationaler Verband für Materialprüfungen

ib., **ibid.** — ibidiem (lat.) = an derselben Stelle, ebenda

IBK — Internationale Beleuchtungskommission (s. a. ICI)

IBO — International Broadcasting Organisation = Internationale Rundfunk-Organisation
frz.: OIR

ICAN — International Commission for Air Navigation = Internationaler Ausschuß für die Zivilluftfahrt (Vorläufer von ICAO); frz.: CINA

ICAO — International Civil Aviation Organization = Internationale Zivilluftfahrt-Organisation

ICAS — intermittent commercial and amateur service = gemischter kommerzieller und Amateurdienst

ICC — Imperial Communication Committee = Fernmeldeausschuß der britischen Ministerien

ICH — intermediate chain home = britische Mittelwellenradarkette

ICI — Internationale Commission of Illumination = Internationale Beleuchtungskommission (IBK)

I.C.P. — Internationale Candle Power (Maßeinheit für die Lichtstärke)

ICS — International Chamber of Shipping = Internationale Seefahrtskammer

ICSU — International Council of Scientific Unions = Internationaler Rat der wissenschaftlichen Vereinigungen



EIN INTERVIEW MIT UNS
KANN FÜR SIE NÜTZLICH SEIN
Zur Auffüllung Ihrer Importbestände sowie
zur Aufnahme neuer Geschäftsverbindungen
auf den Gebieten
Rundfunk, Fernsehen und Bauteile
der Rundfunktechnik,
elektrische Haushaltgeräte und Leuchten,
stehen Ihnen auch zur diesjährigen Herbstmesse
unsere Mitarbeiter gern zur Verfügung!
Sie finden uns im
Städtischen Kaufhaus, I. Stock, Stand 100–108 und 110
(Rundfunk, Fernsehen und Bauteile der Rundfunktechnik)
Handelshof, I. Stock, Stand 122
(Haushaltgeräte)
Union-Messehaus, I. Stock, Stand 171
(Beleuchtungskörper)
DEUTSCHER INNEN- UND AUSSENHANDEL
ELEKTROTECHNIK
BERLIN C 2 · LIEBKNECHTSTRASSE 14 · TEL. 51 04 81